GP 3

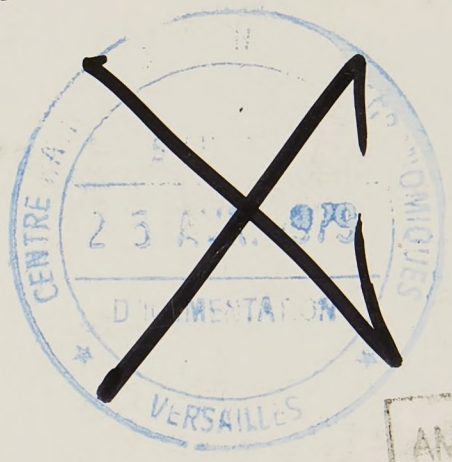
ISSN 0337 5587

15729

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Centre de Recherches Antilles Guyane

françaises



NOUVELLES AGRONOMIQUES DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

trimestriel

1978

Vol.4 N° 1

INRA

NAA-22

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 1978.

S O M M A I R E

Page

F. GEOFFROY, V. FABERT, E. CALIF, G. SAMINADIN, H. VARO.

Intérêt des feuilles et des stipes de bananier comme ressource fourragère. I - Disponibilité et valeur alimentaire.
(Interest of banana leaves and stems as feeding stuffs. I. Availability and nutritive value).
(Interés de las hojas y estipites de platanos como recursos forajeros. I. Disponibilidad y valor nutritivo)..... 1

F. GEOFFROY, G. SAMINADIN.

Conservation des sous-produits de traitement de l'ananas sous forme d'ensilage.
(Conservation of by-products of pineapple processing by silage).
(Conservación de sub-productos de piña de America por ensilage)..... 11

J. LE DIVIDICH, I. CANOPE.

Influence du niveau de protéines dans l'alimentation sur les performances du porc en croissance-finition.
(Influence of the feeding protein level on the growth results of finishing pig under tropical conditions).
(Influencia del nivel de proteinas en la alimentación sobre los resultados del puerco en fin de crecimiento y en condicones tropicales)..... 19

P. MATHURIN, L. DEGRAS.

Données sur l'anatomie du tubercule de quelques ignames alimentaires *(Dioscorea* spp.).
(Data on the anatomy of the tuber of some food yams (Dioscorea spp.).
(Datos sobre la anatomia del tuberculo de algunos names alimenticios (Dioscorea spp.)..... 33

A. BELLIARD, A. KERMARREC.

Présence du nématode de l'igname *(Scutellonema bradys)* dans les tubercules de *Dioscorea trifida* en République Dominicaine.
(Note on the presence of the yam nematode (Scutellonema bradys) in Dioscorea trifida tubers in Dominican Republic).
(Nota sobre la presencia del nematodo del name (Scutellonema bradys) en los tuberculos de Dioscorea trifida en Republica Dominicana)..... 49

J. MARTINET.

Concentration de l'eau de mer en oligo-éléments métalliques dans la zone tropicale Nord-Atlantique ouest. (Essai bibliographique).
(Metallic trace elements concentration of sea water in the tropical zone of the western North Atlantic Ocean. Bibliographical research.
(Concentraciones del agua de mar en oligo-elementos metalicos en la zona tropical de la parte occidental del Norte del Oceano Atlantico. Estudio bibliographico..... 53

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 1-9, 1978.

INTERET DES FEUILLES ET DES STIPES DE BANANIER COMME RESSOURCE FOURRAGERE

I - DISPONIBILITE ET VALEUR ALIMENTAIRE

F. GEOFFROY[°] - V. FABERT[°°] - E. CALIF[°] - G. SAMINADIN[°] - H. VARO[°]

INTRODUCTION

Le développement de l'élevage dans les zones tropicales est étroitement lié aux disponibilités alimentaires, en particulier au cours de la saison sèche. Pour assurer l'alimentation des animaux au cours de cette période, deux disponibilités s'offrent à l'éleveur : la première consiste à stocker l'excédent de fourrage produit durant la saison des pluies (ensilage, report sur pied...), la seconde à utiliser toutes les ressources disponibles et en particulier les sous-produits de culture ; les feuilles et les stipes de bananier pourraient être l'un d'eux.

Actuellement, la presque totalité des feuilles et des stipes de bananier retournent au sol sous forme d'amendement organique. Nous trouvons bien trace dans la littérature (DAUMAS, 1962 ; BRYANT et al., 1965 ; FRENCH, 1969) d'une utilisation traditionnelle de ces produits dans l'alimentation des ruminants, mais c'est une pratique très peu répandue à laquelle on n'a le plus souvent recours qu'en dernier ressort, c'est-à-dire lorsqu'aucun des aliments traditionnels n'est disponible.

D'une utilisation très réduite, ces aliments potentiels sont peu connus aussi nous proposons-nous dans cette étude d'en déterminer les disponibilités, la composition et la valeur alimentaire.

MATERIEL ET METHODES

1 - Materiel végétal

Les mesures ont été effectuées sur quatre variétés dont deux figurent parmi les plus cultivées aux Antilles Françaises et dans le monde (nom souligné).

(°) I.N.R.A., Station de Rech. Zootechniques, Domaine Duclos, 97170 PETIT-BOURG

(°°) Valette, 97180 SAINTE-ANNE (Guadeloupe)

.../...

Poyo (Robusta) banane-fruit, appartenant au groupe Cavendish (triploide acuminata AAA)

Yan Gambi banane fourragère appartenant au groupe "Plantain"
Plantain " à cuire (triploide acuminata et balbisiana à dominance acuminata AAB

2) Mesures

a) Composition morphologique

La composition morphologique (proportion relative des différents organes du bananier) a été mesurée sur 10 plants de chaque variété ayant atteint le stade normal de récolte.

Le poids frais de chacun des organes (stipes, feuilles vertes, feuilles sèches et fruits) a été mesuré et un échantillon moyen a été constitué en vue de la détermination de la matière sèche.

b) Composition chimique et valeur alimentaire

Sur chaque échantillon, on a déterminé les teneurs en matière organique, en matières azotées totales et solubles, en composés membranaires (ADF-NDF) et les teneurs en sucres réducteurs (SOMOGYI).

La valeur alimentaire a été estimée par mesure de la digestibilité in vitro (Tilley et Terry, 1963).

RESULTATS ET DISCUSSION

A - Disponibilités

1) Composition morphologique

Les résultats sont présentés au tableau 1.

Les cultivars du type "Cavendish" (AA) se distinguent très nettement du type "Plantain" (AAB) par l'importance de la fructification régime dans la plante, 33 et 59 p. 100 de la matière sèche totale, alors qu'elle ne dépasse pas 25 p. 100 pour les autres variétés chez qui l'organe le plus important est le stipe (34 et 54 p. 100 de la matière sèche totale).

L'ensemble feuilles plus stipes qui nous intéresse ici représente selon la variété 41 à 75 p. 100 de la matière sèche totale de la plante soit un poids par plant de 3,5 à 9,6 kg.

2) Disponibilités annuelles par hectare planté

Les disponibilités annuelles en feuilles et stipes par hectare planté (tableau 2) ont été calculées à partir de la composition morphologique et en fonction du rendement ; elles n'ont donc qu'une valeur indicative. On remarque cependant que les quantités de matériel végétal disponible sont loin d'être négligeables puisqu'elles sont en moyenne de 20 tonnes de matière sèche soit l'équivalent d'une bonne prairie de Pangola *(Digitaria decumbens)*. L'effet varietal est très important, les quantités de ma-

.../...

tière sèche produites par hectare passant de 1 à 8 entre la variété 901 et le Plantain.

B - Valeur alimentaire

1) Composition chimique (Tableau 1 et 3)

a) Matière sèche et matière organique

Quelle que soit la variété, le bananier se caractérise par une faible teneur en matière sèche (12 à 15 p.100 du poids frais pour la plante entière) en étroite relation avec la teneur en matière sèche du stipe (5 à 9 p.100).

La teneur en matière organique des feuilles et des stipes de bananier (89 p.100 en moyenne) est très voisine de celle de fourrages comme le Merker et Panicum. L'effet variétal est pratiquement nul.

b) Matières azotées

La teneur en matières azotées totales, équivalente à un bon fourrage pour les feuilles (8 à 12 p.100 de la matière sèche) n'est plus que de 3,5 à 5,7 p.100 dans les fruits et tombe entre 3 et 3,5 p.100 pour le stipe. L'effet variétal est pratiquement nul pour le stipe, il est par contre très marqué pour les fruits et les feuilles.

Quelle que soit la variété, une fraction importante de la matière azotée totale est sous forme d'azote soluble dans le fruit et le stipe (25 à 30 p.100 de l'azote total), elle est beaucoup plus faible sans les feuilles (9 p.100).

c) Composés membranaires

Les teneurs en ligno-celluloses (ADF) font apparaître de très grandes différences entre les divers organes du bananier. Les feuilles vertes présentent un taux de 26 à 39 p.100 de la matière sèche très comparable à celui des fourrages tropicaux. Le stipe, contrairement à ce que l'on pouvait supposer, à une teneur en composés membranaires (ADF) faible mais variable avec le cultivar (13 à 29 p.100). Le fruit, quant à lui, n'en contient que très peu (4,8 à 9 p.100).

Les teneurs en ligno-celluloses plus hémicellulose (NDF) sont beaucoup plus homogène et peu différente d'un organe à l'autre, à l'exception toutefois des feuilles de plantain qui ont une teneur en composés membranaires NDF très faible (44,5 p.100)

d) Sucres solubles réducteurs

La teneur en glucides solubles réducteurs (glucose, maltose, fructose) des feuilles et des stipes de bananier est très proche de celle de certains fourrages tropicaux comme le *Digitaria swazilandensis*, avec cependant un effet varietal très marqué. Les fruits ont une teneur en sucres réducteurs très faible, inférieure à 1 p.100.

2) Valeur alimentaire

Les résultats font apparaître une grande disparité entre, d'une part les feuilles vertes dont le coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche ne dépasse pas 42,5 p.100, malgré une teneur élevée en matières azotées totales et d'autre part les fruits et le stipe dont les coefficients d'utilisation digestive moyens sont respectivement de 86,6 et de 77,8 p.100. Il semble que l'on puisse relier cette différence à la quantité d'énergie disponible dans ces différents organes ; l'amidon pour le fruit (LE DIVIDICH et al., 1976) et les hémicelluloses (NDF-ADF) pour le stipe et les feuilles.

Tableau 1 - Composition morphologique de quelques cultivars

Variétés	Génome	Poids moyen (kg)		Composition morphologique								Teneur en matière sèche en p.100 du poids frais				
				en p.100 du poids frais				en p.100 du poids sec								
		Frais	Sec	Fr	Fv	S	Fs	Fr	Fv	S	Fs	Fr	Fv	S	Fs	PE
901	AAA	74,5	8,7	38,9	12,2	48,6	0,3	59,5	17,3	21,6	1,7	17,9	16,5	5,2	66,1	11,7
Poyo	AAA	94,0	13,7	26,7	21,0	50,3	2,0	33,3	29,0	28,4	9,4	18,2	20,3	8,2	67,9	14,6
Yan Gambi	AAB	53,2	7,0	19,6	14,9	63,7	1,8	26,7	25,9	37,1	10,4	17,9	23,0	7,7	75,8	13,2
Plantain	AAB	99,3	12,8	11,3	8,8	77,8	2,1	24,6	13,7	53,8	7,8	28,1	20,0	8,9	48,3	12,9

Fr ; Fruits ; Fv : Feuilles vertes ; S : Stipe : Fs : Feuilles sèches ; PE : Plante entière

Tableau 2 - Estimation des disponibilités annuelles de feuilles et de stipes par hectare planté (en tonnes)

Variétés		Production moyenne annuelle de fruits			
		30 t	40 t	50 t	60 t
901	Poids frais	47	63	78,5	94
	Poids sec	3,7	4,9	6,1	7,3
Poyo	Poids frais	82	110	137	165
	Poids sec	11	14,6	18,3	22,0
Yan Gambi	Poids frais	123	164	205	246
	Poids sec	14,7	19,7	24,6	29,5
Plantain	Poids frais	235	314	392	471
	Poids sec	25,8	34,5	43,1	51,7

Tableau 3 - Composition chimique et valeur alimentaire des différents organes du bananier

Variétés	Composition en p.100 de la matière sèche																					Digestibilité in vitro en p.100 de la M.S.				
	Matière organique				Composés membranaires						Matières azotées totales (N x 6,25)				Azote soluble (N x 6,25)				Sucres réducteurs totaux							
					ADF				NDF																	
	Fr	Fv	S	Fs	Fr	Fv	S	Fs	Fv	S	Fr	Fv	S	Fs	Fr	Fv	S	Fs	Fr	Fv	S	Fr	Fv	S	Fs	PE
901	93,9	90,6	89,0	94,4	9,0	34,6	16,1	-	60,1	66,6	5,7	9,8	3,1	5,0	1,4	0,9	0,6	1,2	0,44	4,55	3,70	87,2	42,5	81,8	23,5	77,3
Poyo	93,9	89,3	84,2	92,5	6,3	33,2	20,8	-	61,2	66,9	5,1	11,4	3,5	6,7	1,2	1,2	1,2	1,8	0,32	3,26	3,0	82,6	38,7	78,4	16,9	62,6
Yan Gambi	95,4	88,6	89,3	95,2	6,3	38,9	28,6	-	60,4	61,9	4,1	8	3,2	4,0	1,2	0,8	0,8	0,8	0, 7	3,05	6,0	88,3	34,2	69,7	16,9	60,1
Plantain	96,6	88,2	90,1	88,6	4,8	26,3	12,9	-	44,5	63,0	3,5	12,4	3,3	7,9	0,7	0,9	1,1	1,5	0,3	2,9	2,6	88,4	39,2	81,4	20,6	72,5

Fr : Fruit ; Fv : Feuilles vertes ; S : Stipe ; Feuilles sèches.
ADF : Acid. détergent Fiber. (ligno-cellulose).

NDF : neutral détergent Fiber (ligno-cellulose + hémicellulose)

CONCLUSION

Les feuilles et les stipes de bananier représentent donc quantitativement et qualitativement une source de fourrage importante qui pourrait être avantageusement utilisée pour l'alimentation des animaux comme substitut des fourrages traditionnels au cours de la saison sèche, mais aussi comme ration de base dans un système d'élevage intégré dans lequel la matière organique (feuilles et stipes) détournée serait restituée au sol sous forme de lisier.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Monsieur DARTHENUC, Directeur de la Station de l'Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes (I.R.F.A.) de Neufchateau (Capesterre, Belle-Eau), qui a mis à notre disposition le matériel végétal nécessaire à la réalisation de cette étude.

Poids sec	25,8	34,5	43,1	51,7

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRYANT P.K. LEE, YANG Y.F., LING., Study on the nutritive value of banana Stems and Sisal leaf waste as stage for calves. IXth International Grassland Congress (Brésil). 1965.

DAUMAS R., Le bananier dans l'alimentation du bétail. Bulletin de Madagascar 194, 623-632. 1962.

FRENCH M.H. Déchets de bananes et de plantains servant à l'alimentation du bétail. Rapport FAO 3ème session du Groupe d'Etude de la banane. Panama, avril 1969, 1969.

LE DIVIDICH J., SEVE B., GEOFFROY F., - Préparation et utilisation de l'ensilage de banane en alimentation animale. I. - Technologie de l'ensilage, composition chimique et bilans de matières nutritives. Ann. Zootech. 25 (3) 313-323, 1976,

R E S U M E

L'étude a porté sur 4 variétés dont 2 appartenant au groupe Cavendish (Poyo Robusta et 901) et 2 au groupe Plantain (Yan Gambi et Plantain).

Le régime est l'organe le plus important (33 et 59 p.100 de la matière sèche totale) pour les variétés du groupe Cavendish ; c'est par contre le stipe qui a la prédominance pour les autres cultivars (37 et 54 p.100 du poids sec).

Les disponibilités annuelles de feuilles et de stipes par hectare planté (tableau 2) sont relativement importantes mais varient dans de grandes proportions (1 à 8) en fonction du cultivar et du rendement moyen.

Les feuilles ont des teneurs en matière sèche (16 à 23 p.100) en matières azotées totales (8 à 12 p.100) et en composés membranaires ADF (26 à 34 p.100) supérieures à celles du stipe qui sont respectivement de 5 à 9 p.100 de 3 à 3,5 p.100 et de 12 à 29 p.100. Les teneurs en azote soluble et en hémicelluloses (NDF-ADF) sont par contre plus élevées dans le stipe que dans les feuilles (Tableau 3).

La valeur alimentaire estimée par la digestibilité in vitro est plus élevé pour le stipe (70 à 82 p.100) que pour les feuilles (34 à 43 p.100).

Les feuilles et les stipes de bananier représentent donc quantitativement et qualitativement une source de fourrage importante qui pourrait être avantageusement utilisée en alimentation animale.

SUMMARY

IN TEREST OF BANANA LEAVES AND STEMS AS FEEDING STUFFS

I. AVAILABILITY AND NUTRITIVE VALUE

The study was done on four varieties. Two of them are in the Cavendish group (Poyo Robusta and 901) and the two other ones in the plantain group (Yan Gambi and Plantain).

The bunch is the most important organ (33 and 59 per cent of the total dry matter) for the varieties of the Cavendish group. On the other hand, the stem is predominant for the other cultivars (37 and 54 per cent of the dry weight).

The yearly availabilities of leaves and stems per planted hectare (table 2) are relatively important but vary in large proportions (1 to 8) according to the cultivar and the mean yield.

The leaves have higher amounts of dry matter (16 to 23 per cent), of total nitrogenous matter (8 to 12 per cent) and of membrane compounds than these ones of the stem which are respectively of 5 to 9 per cent, of 3 to 3,5 per cent. The amounts of soluble nitrogen and of hemicellulosis (NDF-ADF) are on the other hand higher in the stem than in the leaves (table 3).

The food value estimated by in vitro digestibility is higher for the stem (70 to 82 per cent) than for the leaves (34 to 43 per cent).

Therefore banana leaves and stems are quantitatively and qualitatively important feeding stuffs which could favorably used for animal feeding.

RESUMEN

INTERÉS DE LAS HOJAS Y ESTIPITES DE PLATANOS COMO RECURSOS FORAJEROS

I. DISPONIBILIDAD Y VALOR NUTRITIVO

El estudio fue hecho sobre cuatro variedades. Dos de ellas pertenecen al grupo Cavendish (Poyo Robusta y 901) y dos al grupo Plantain (Yam Gambi y Plantain).

El racimo es el organo el mas importante (33 y 59 p. 100 de la matera seca total) para las variedades del grupo Cavendish ; en cambio, el estípite es predominante para las otras variedades (37 y 54 p. 100 el peso seco).

Las disponibilidades anuales de hojas y de estipites por hectarea plantada (tabla 2) son relativamente importantes pero varian en grandes proporciones (1 à 8) según la variedad y el rendimiento medio.

Las hojas tienen tenores en matera seca (16 a 23 p. 100) en materas nitrogenadas totales (8 a 12 p. 100) y en compuestos membranarios ADF (26 hosta 34 p. 100), tenores superiores que ellos del estípite que son respectivamente de 5 hasta 9 p. 100, de 3 hasta 3,5 p. 100 y de 12 hasta 29 p. 100. Los tenores en nitrógeno soluble y en hemicelulosis (NDF-ADF) son en cambio mas altos en el estípite que en las hojas (tabla 3).

El valor alimenticio estimado por la digestibilidad in vitro es mas alto para el estipite (70 hasta 82 p. 100) que para las hojas.

Entonces las hojas y los estipites de platano son cantativamente y calitativamente un recurso forajero importante que podria ser ventajosamente empleado en la alimentación animal.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 11-18, 1978.

CONSERVATION DES SOUS-PRODUITS DE TRAITEMENT DE L'ANANAS SOUS FORME D'ENSILAGE[1]

F GEOFFROY., G. SAMINADIN[°]

INTRODUCTION

Pour chaque tonne de fruits traités, les industries agro-alimentaires utilisant l'ananas comme matière première doivent assurer l'élimination de 400 à 500 kg de déchets. Ces déchets, constitués par la peau, le "coeur" et une fraction de la pulpe, ont depuis longtemps déjà (HENKE L.A. 1931) retenu l'attention des zootechniciens en vue de leur utilisation en alimentation animale.

Compte tenu des quantités journalières disponibles au niveau des usines et de l'impossibilité d'utiliser la totalité de ces produits ou de les stocker à l'état frais, leur conservation devait donc être envisagée. Deux techniques peuvent être mises en oeuvre : le séchage naturel ou artificiel et l'ensilage. Pour des raisons économiques, c'est vers cette dernière voie que nous nous sommes orientés.

Les travaux réalisés sur ce thème sont peu nombreux (COMPANN et BISHOP, 1968 ; O'DONOVAN et al., 1972 ; SCHULZ et SETT, 1977) et n'apportent que des renseignements très fragmentaires sur la qualité des produits, aussi nous sommes-nous essentiellement intéressés à l'étude de l'influence des conditions de conservation sur les caractéristiques fermentaires et la qualité des produits conservés.

MATERIEL ET METHODE

1 - Technique d'ensilage

- Silos expérimentaux

Les silos expérimentaux sont des fûts métalliques de 200 l dont le fond a été percé afin d'assurer un drainage correct du silo. L'intérieur est revêtu d'un film de polyéthylène perforé dans le fond afin de permettre l'écoulement des jus.

Nature des ensilages

Les déchets d'ananas, après passage dans une presse, sont utilisées seuls ou en mélange en proportions variables avec du son de blé et de l'urée (Tableau 1). Le produit est tassé aux pieds au fur et à mesure du remplissage. Le silo est fermé à l'aide d'un film de polyéthylène et une charge d'environ 50 kg est déposé au sommet. Enfin, le silo est placé sous abri.

---

(1) La présente étude a fait l'objet d'une convention entre la Société Coopérative de Morne-Rouge (Martinique) et l'I.N.R.A. Antilles-Guyane.

(°) Station de Recherches Zootechniques - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - PETIT-BOURG. Guadeloupe.

Tableau 1 - Composition des ensilages expérimentaux.

Composants en % du produit frais	I	II	III	IV	V	VI
- déchets d'ananas	100	95	90,5	87	80	84
- son de blé	0	5	9,5	13	20	15
- Urée	0	0	0	0	0	1

2 - Mesures et analyses

Détermination des teneurs en éléments nutritifs des produits frais et conservés

Des échantillons de déchets ou de mélange sont prélevés à la main selon une méthode proposée par ZELTER et SALOMON (1959) au moment du remplissage et à l'ouverture de chaque silo. La teneur en matière sèche de ces échantillons est déterminée par séchage à l'étuve à 70°C durant 48 heures. Les teneurs en cendres, en matières azotées totales (N x 6,25), en ADF et en lignine ADF (VAN SOEST, 1963) et en glucides totaux solubles dans l'eau (LOEWUS, 1952) sont déterminées sur les échantillons séchés et broyés.

Estimation des caractéristiques fermentaires

Les caractéristiques fermentaires des ensilages sont déterminées sur des jus extraits par pression et centrifugés. Sur ces jus, le pH a été mesuré et l'on a déterminé les teneurs en acides gras volatils (RIGAUD, JOURNET, 1970) en ammoniac (CONWAY, 1960) et en acide lactique (BARKER et SUMMERSON, 1941).

Bilans de conservation

Pour chacun des silos, les quantités de produits frais ensilées et désilées ont été pesées et le pourcentage de perte déterminé.

RESULTATS

1 - Composition chimique des produits frais et conservés

La compostion chimique des divers mélanges ensilés et des produits conservés est présentée au tableau 2.

Les déchets d'ananas se caractérisent par une forte teneur en glucides solubles (17,5 p. 100 de la matière sèche) et une faible teneur en azote total (4,8 p. 100).

L'addition de son de blé entraîne une augmentation de la teneur en matière du produit et parallèlement une augmentation de la teneur en azote total tout en modifiant très peu la teneur en glucides membranaires qui reste très voisine de 20 p. 100.

La conservation entraîne une augmentation de la teneur en matière sèche (matière sèche corrigée - matière sèche étuve + composés volatils) et des teneurs en cendres, composés membranaires et matières azotées totales, en étroite relation avec les pertes en cours de conservation.

2 - Caractéristiques fermentaires (tableau 3)

D'après les normes proposés par DEMARQUILLY (1977) (tableau 3 bis), les ensilages réalisés sont de bonne qualité.

On notera les taux élevés d'acide lactique et d'éthanol et surtout l'absence d'acide butyrique ; seul l'acide acétique est présent. La quantité d'azote ammoniacal est très faible et toujours inférieure à 5 p. 100 de l'azote total.

3 - Bilan de conservation

Le taux des pertes en matière sèche et en matière organique diminue de 28 p. 100 à 8 p. 100 en moyenne lorsque la quantité de son de blé ajoutée aux déchets passe de 0 à 20 p. 100 du poids frais. Le son joue ici un rôle d'absorbant, retenant l'eau et les produits solubles dans l'eau et en particulier les glucides.

4 - Acceptibilité et valeur alimentaire

Un test sur moutons a été réalisé au moment de l'ouverture des silos expérimentaux. Les animaux qui, jusqu'à ce jour n'avaient jamais reçu d'ensilage, ont très bien consommé les produits conservés. Cependant, compte tenu des faibles quantité disponibles, aucune mesure précise n'a pu être réalisée ; aussi, ce test sera-t-il complété dès que possible par des essais en lots.

En s'appuyant sur les données bibliographiques et sur nos propres résultats, nous avons pu calculer la valeur énergétique approximative des produits que l'on peut estimer à 0,7-0,75 UF par kg de matière sèche.

DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats obtenus avec les déchets d'ananas seuls sont très proches de ceux que LE DIVIDICH et al. (1976) observent avec la banane mûre, ces deux produits ayant en commun leur richesse en glucides solubles. On notera en particulier le pH faible et les teneurs élevées en acide lactique et en éthanol comme pour tous les ensilages réalisés avec des produits riches en sucres solubles (LEROY et ZELTER, 1954 ; ZAUSCH et WILOGRUDE, 1967).

Le niveau des pertes enregistrées avec les déchets seuls est en parfait accord avec les observations de COMPAAN et BISHOP (1968) qui signalent des pertes de 31 et 48 p. 100 du poids frais sur des ensilages de déchets d'ananas passés ou non à la presse.

En conclusion, la conservation des déchets d'ananas, avec ou sans additifs, par ensilage ne pose pas de problème majeur. Cependant, en vue de réduire les pertes au maximum, nous ne saurions trop conseiller l'utilisation d'un additif à haute teneur en matière sèche comme le son de blé qui a en outre l'avantage d'enrichir le milieu en azote. Ainsi, l'introduction de son au taux de 13 p. 100 du poids frais (ensilage IV) limite-t-elle les pertes à 8 p. 100 en moyenne et fournit-elle un produit conservé présentant un taux de matières azotées voisin de 12 p. 100 dont on peut envisager l'utilisation comme seul élément d'une ration pour bovins à l'engraissement.

Tableau 2 - Composition chimique des produits frais et conservés

	I		II		III		IV		V		VI	
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Teneur en MS *étuve*	20,5	20,2	24,8	23,7	26,6	25,0	28,7	26,0	31,0	27,3	28,7	26,2
corrigée	-	24,0	-	27,5	-	32,4	-	32,1	-	33,1	-	31,6
Composition en p.100 de la matière sèche												
. Cendres	4,8	5,7	5,3	6,1	5,2	6,4	5,6	6,2	5,4	5,6	5,5	6,1
. Mat. organique	95,2	94,3	94,7	93,9	94,8	93,6	94,4	93,8	94,6	94,4	94,5	93,9
. M.A.T. (Nx6,25)	4,3	6,4	9,2	8,6	8,5	12,4	9,2	11,9	9,1	11,7	22,9	23,9
. A.D.F.	19,1	32,2	15,4	26,2	17,0	21,0	17,0	22,1	17,2	19,4	16,1	18,1
. Lignine A.D.F.	3,4	4,5	2,6	3,4	3,5	3,3	4,0	3,6	3,6	3,4	2,5	3,1
Glucides solubles totaux	17,5	-	14,0	-	14,4	-	13,6	-	13,1	-	13,6	-

F = Frais ; C = Conservé.

Tableau 3. - Caractéristiques fermentaires des ensilages

	I	II	III	IV	V	VI
pH	3,5	3,7	3,9	3,9	3,95	4,0
Composition en p.100 de la matière sèche						
. acide acétique	4,8	2,2	3,0	3,8	3,6	1,8
. acide propionique	0	0	0	0	0	0
. acide butyrique	0	0	0	0	0	0
Acides gras totaux	4,8	2,2	3,0	3,8	3,6	1,8
Acide lactique	11,2	10,1	11,0	9,7	10,3	11,5
NH_3	0,06	0,10	0,15	0,12	0,13	0,21
Ethanol	7,3	6,8	12,5	13,5	10,7	21,1

Tableau 3 bis - Barême d'appréciation qualitative des Ensilages d'après DULPHY, DEMARQUILLY et MICHALET 1977.

	Acides gras volatils (milimoles par kg de matière sèche)	g par kg de matière sèche		en p.100 de l'azote total	
		acide acétique	acide butyrique	azote (N) soluble	azote ammoniacal ($N\text{-}NH^3$)
Excellent	300	- de 20	0	- de 55	- de 5
Bon	300 - 600	20 - 35	- de 5	55 - 60	5 - 10
Satisfaisant	600 - 900	35 - 50	+ de 5	60 - 65	10 - 15
Médiocre	900 - 1 200	50 - 65	+ de 5	65 - 75	15 - 20
Très mauvais	1 200	+ de 65	+ de 5	+ de 75	+ de 20

Tableau 4.- Bilan de conservation

N° silo / perte en p.100 de	I	II	III	IV	V	VI
Frais	38,3	28,6	22,9	17,4	8,2	15,0
Matière sèche corrigée	27,8	20,2	6,1	7,7	2,0	6,2
Matière organique	28,5	20,9	7,2	8,6	2,7	6,6

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARKER (S.B.), SUMMERSON (W.H.). - The colorimetric determination of acid lactic in biological material. J. Biol. Chem. 137, 535, 1941.

BHARGAVA (B.) and TALAPATRA (S.K.). - Studies on Fruit and Vegetable Factory wastes. The chemical composition of Fruit and Vegetable Factory waste products. Indian Veterinary Journal 45 (11) 948-952, 1968.

CHEN MAO-CHIANG, CHEN (C.P.) and CHUNG (P.O.). - The nutritive value of Pineapple by-products for ruminants. J. AG. A.A., V 79, 1972.

COMPAAN (J.P.), BISHOP (E.J.B.). - Pineapple fruit waste as silage. Farm in S. Africa, 44 (1) 28-29, 1968.

CONWAY (E.J.). - Microdiffusion analysis and volumetric error. Crossby London, 1969.

DULPHY (J.P.), DEMARQUILLY (C.), MICHALET (B.). - Un nouveau mode d'appréciation de la qualité des ensilages. L'élevage bovin n° 68, 33, 1977.

LE DIVIDICH (J.), SEVE (B.), GEOFFROY (F.). - Préparation et utilisation de l'ensilage de banane en alimentation animale. I) Technologie de l'ensilage, composition chimique et bilans de matières nutritives. Ann. Zootech. 25, (3), 313-323, 1976.

LEROY (A.M.), ZELTER (S.Z.). - Recherches sur l'efficacité alimentaire des marcs de pomme fermiers. II. Dégradation de la valeur alimentaire d'un marc de pomme frais conservé par ensilage. Action inhibitrice de certains conservateurs chimiques. Ann. Zootech. 3, 95-107, 1954.

LOEWUS (F.A.). - Improvement in anthrone method for determination of carbohydrates. Analy. Chem. 24, 219, 1952.

O'DONOVAN (P.B.), CHEN (M.C.), LEE (P.K.). - Conservation methods and feeding value for ruminants of pineapple bran mixtures. Trop. Agric. Trinidad 49 (2), 135-141, 1972.

RIGAUD (J.), JOURNET (M.). - Méthode de dosage des acides gras volatils dans le liquide du rumen. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 10, (1), 151-157, 1970.

ZAUSCH (M.), WILDGRUBE (M.). - Zuckerrüben und Zuckerrübensilagen in der Schweinermast. Tierzucht 21, 471-474, 1967.

ZELTER (S.Z.), SALOMON (M.).- La conservation par ensilage d'une luzerne en vert. I. Action protectrice comparée de la solution AIV, du métabisulfite de sodium et du mélange formiate de calcium et nitrite de sodium. Ann. Zootech. 8, 147-173, .1959.

RESUME

Six ensilages experimentaux à base de déchets d'ananas et de son de blé (Tableau 1) ont été réalisés.

Les teneurs en matière sèche et en azote total des ensilages augmentent avec la quantité de son ajoutée (Tableau 2) alors que le taux de pertes (Tableau 4) décroît de 28 à 8 p.100 en moyenne.

Les ensilages, quel que soit le taux d'incorporation de son de blé, sont de bonne qualité (Tableau 3) pH et teneur en azote ammoniacal faibles, absence d'acide butyrique. La valeur énergétique estimée est de 0,7 à 0,75 UF par kg de matière sèche.

Il semble que l'ensilage n°4 (13 p.100 de son) puisse être retenu comme aliment complet pour bovins à l'engraissement.

SUMMARY

CONSERVATION OF BY-PRODUCTS OF PINEAPPLE PROCESSING BY SILAGE

Six experiment silages of pineapple wastes and wheat bran were prepared. The dry matter and total nitrogen amounts of the silages increase with the quantity of added bran (table 2) meanwhile the loss rate (table 4) discreases on an average from 28 to 8 p. 100.

The silages, whatever may be the incorporating rate of bran are of good quality (tableau 3) : low pH and content of ammoniacal nitrogen, absence of butyric acid. The estimated energy value is from 0.7 to 0.75 F.U. (fodder unit) per kilogram of dry matter.

It seems that the silage 4 (13 p. 100 of bran) can be adopted as a complete feedstuff for fattening beef cattle.

RESUMEN

CONSERVACIÓN DE SUB-PRODUCTOS DE PIÑA DE AMÉRICA POR ENSILAGE

Seis silages experimentales de subproductos de piña y de salvado de trigo fueron preparados.

Los tenores en matera seca y en nitrogeno total de los silajes aumentan con la cantidad de salvado añadido (tabla 2) entonces que la tasa de perdidad dismimuye por término medio de 28 a 8 p. 100.

Los silajes cualquiera sea la tasa de incorporación del salvado son de buena calidad (tabla 3) : pH y tenor en nitrogem amoniacal, ausencia de acido butírico. El valor energético estimado es de 0,7 à 0,75 UF (unidad forajera) por kilogramo de matera seca.

Parece que el silaje n° 4 (13 p. 100 de salvado) pueda ser adoptado como alimento completo para bovinos en engorde.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 19-32, 1978.

INFLUENCE DU NIVEAU DE PROTEINES DANS L'ALIMENTATION SUR LES PERFORMANCES DU PORC EN CROISSANCE-FINITION EN MILIEU TROPICAL

J. LE DIVIDICH (°) I. CANOPE (°°)
avec la collaboration technique de F. HEDREVILLE (°°)
E. DESPOIS (°°) E. CALIF (°°)

I - INTRODUCTION

Au cours des vingt dernières années la détermination du taux optimum de protéïnes dans l'alimentation du porc a fait l'objet de toute une série d'études (ARC, 1967 ; CLAUSEN , 1965 ; RERAT, 1972) mais les essais ont été pour la plupart, exclusivement consacrés aux animaux des pays tempérés : les quelques informations disponibles sur les besoins des animaux en milieu tropical (BABATUNDE, OLOMU et OYENUGA, 1972 ; DEVENDRA et PARRIS, 1970) méritent d'être complétées. Les travaux de BROBECK (1960), et HOLMES (1973-1974) sur le niveau d'ingestion et l'importance des pertes azotées urinaires dans un milieu à température ambiante élevée peuvent être considérés comme le point de départ de ce vaste domaine d'expérimentation : les recommandations des régions tempérées doivent être corrigées et ne peuvent être employées telles quelles dans les régions à climat chaud. Il faut préciser que le taux optimum de protéïnes brutes varie en fonction de nombreux critères (gain moyen quotidien, rétention azotée, composition de la carcasse) et de la nature des protéïnes utilisées (RERAT, 1972)

Les résultats de BABATUNDE, OLOMU et OYENUGA (1972) suggèrent que le taux optimum de protéïnes dans les aliments du porcelet sevré et du porc en croissance élevé en milieu tropical est supérieur aux normes recommandées pour les pays tempérés. Cependant, l'absence d'une comparaison rigoureuse, il convient d'être prudent, ces essais ayant été conduits avec des régimes constitués essentiellement de ressources locales dont la valeur nutritive est plus ou moins bien connue.

Cette étude se propose de préciser l'influence du taux de protéïnes dans les aliments sur les performances du porc en croissance-finition en milieu tropical ; les composantes du régime (maïs - soja) d'un usage courant aussi bien en Amérique du Nord qu'en Europe, sont généralement bien connues quant à leur valeur nutritive.

(°) Station de Recherches sur l'élevage des Porcs- CNRZ - Jouy en Josas 78350

(°°) Station de Recherches Zootechniques - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

II - CONDITIONS EXPERIMENTALES

a) Animaux :

Les animaux utilisés, au nombre de 64, sont des porcs de la race large White sevrés à 5 semaines et pesant au départ de l'expérience 24,1 ± 3,1 kg en moyenne. 16 répétitions homogènes du point de vue du poids et de l'âge ont été constituées (8 mâles castrés et 8 femelles). Les porcelets de chaque répétition ont été répartis au hasard à l'un des quatre traitements 12, 16, 20 et 24 p.100 de protéïnes (Tableau 1).

b) Climatiques :

L'expérience, réalisée à la Station de Recherches Zootechniques du Centre I.N.R.A. de la Guadeloupe (Domaine Duclos), s'est déroulée sur 9 mois, de novembre 1973 à juillet 1974, dans les conditions climatiques suivantes :

(Données de la Station de Bioclimatologie du Centre)

- Température minimum moyenne : 20°5
- température maximum moyenne : 27°5
- température moyenne : 24°C
- Humidité relative (minimum) : 70%
- Humidité relative (maximum) : 95 - 100 %
- durée totale de soleil/mois : 180 h (160-192)
- pluviométrie : 223 mm (98-405)

e) Conduite de l'expérience :

Les animaux sont alimentés en semi-ad libitum (ajustement de la ration en fonction de l'appétit de l'animal) deux fois par jour, l'eau est offerte à volonté. La consommation journalière d'aliment ingéré est appréciée journellement en faisant la différence entre les quantités présentées et les refus estimés.

Les mesures effectuées au cours de la croissance de l'animal sont au nombre de deux :

1°) Contrôle de poids tous les 15 jours sur l'animal vivant et détermination des caractéristiques d'engraissement (gain moyen quotidien, indice de consommation).

2°) Appréciation de la carcasse après abattage par des mesures directes sur la carcasse (rendement, épaisseur du lard dorsal).

III- RESULTATS

a) Résultats de croissance :

Les performances de croissance ont été appréciées à partir des deux caractéristiques technico-économiques que sont le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC).

Ces résultats rapportés aux tableaux 2, 3, 4, 5 ont été analysés dans les intervalles de poids suivants :

- de 24 à 60 kg (période dite de "croissance")
- de 60 à 95 kg (période de finition)
- de 24 à 95 kg (période totale)

.../...

Tableau 1.- Composition des régimes expérimentaux.

Matières premières	Régimes (Matières azotées, %)			
	12	16	20	24
Maïs	79,4	68,0	56,6	45,1
T. Soja (44 % de proteïnes brutes)	7,6	19,0	30,4	41,9
Son de blé	10,0	10,0	10,0	10,0
Phosphate bicalcique	1,4	1,2	1,0	0,8
Craie broyée	1,1	1,2	1,3	1,4
Sel marin	0,30	0,22	0,17	0,12
Oligo-éléments (1)	0,20	0,20	0,20	0,20
Mélange vitaminique (2)	1,00	1,00	1,00	1,00
L. Lysine	0,26	0,03	-	-
Résultats d'analyse				
Matières azotées, %	12,2	16,4	20,5	25,0
- Lysine %	0,61	0,92	1,10	1,42
- Méthionine + cystine %	0,48	0,57	0,72	0,93
- Energie digestible (Kcal/kg) (3)	3330	3370	3390	3420

(1) Apportant par kg de régime : Fe SO_4 $7H_2O$, 250 mg ; Zn SO_4 , 310 mg ; $MnSO_4H_2O$, 120 mg ; $CuSO_45H_2O$, 50 mg ; iodure de potassium stabilisé, 2 mg ; $Co7SO_4H_2O2$,4 mg ; $MgCO_3$, 1350 mg.

(2) Apportant (par kg de régime) : vit. A. 4.000 U.I. ; Vit. D_2 1.000 U.I. ; riboflavine 2 mg ; acide nicotinique 10 mg ,Pantothénate de Ca 5 mg ; Vit. B_{12} 10 mg. choline 100 mg.

(3) Calculées selon le NRC (1968).

Entre 24 et 60 kg de poids vif la croissance et l'indice de consommation (tableau 3) sont optimum à un taux de 16 p.100 de protéïnes mais les performances correspondantes enregistrées avec le régime à 20 p.100 de protéïnes ne sont pas significativement différentes.

En ce qui concerne la consommation, elle varie très peu avec le niveau de protéïnes, tout au plus note-t-on une tendance à diminuer avec les taux azotés les plus élevés. Le sexe n'a pas d'effet significatif sur les résultats.

Durant la période de finition (60-95 kg) une augmentation du taux de protéïnes de 12 à 24 p.100 se traduit par une diminution linéaire du gain moyen quotidien d'environ 10 p.100. L'augmentation de l'indice de consommation est, elle, de l'ordre de 13 p.100 (Tableau 4)

Il n'y a pas d'effet significatif du sexe sur le gain moyen quotidien mais la consommation des mâles est significativement supérieure à celle des femelles. En termes économiques cela se traduit par l'apport d'une quantité plus importante d'aliments (+ 8 %) $P < 0,05$) pour produire une unité de gain quand il s'agit des mâles.

L'analyse des données sur la période totale d'engraissement suggère un taux optimum de protéïnes de 16 p.100 pour les deux principaux critères retenus : l'indice de consommation et le gain moyen quotidien, mais, pour ce dernier paramètre, les différences enregistrées aux taux de 16 et 20 p.100 ne sont pas significatives. L'indice de consommation aux niveaux 16 p.100 d'une part et 12 et 20 p.100 d'autre part, ne diffère pas significativement.

Les porcs recevant 24 p.100 de protéïnes ont une croissance plus lente ($P < 0,05$) et valorisent moins bien le régime ($P < 0,05$) que ceux recevant le régime à 16 p.100 de protéïnes.

La consommation journalière est très peu affectée par le taux de protéïnes dans le régime ; ce n'est qu'au delà de 16 p.100 de protéïnes qu'apparaît une légère diminution de la consommation. La seule différence significative observée ($P < 0,05$) se situe entre les consommations des animaux recevanr 16 et 24 p.100 de protéïnes.

b) Caractéristiques de carcasses

Les résultats de carcasses présentés au tableau 6 traduisent une variation linéaire négative du rendement et de l'épaisseur du lard dorsal par rapport au taux de protéïnes : ils diminuent quand le niveau azoté augmente.

Le rendement obtenu à 24 p.100 de protéïnes est significativement plus faible ($P < 0,05$) que ceux enregistrés aves les régimes à 12 et à 16 p.100.

Les porcs soumis au régime 16 et 20 p.100 sont plus maigres que ceux recevant 12 p.100 de protéïnes ($P < 0,05$) mais significativement plus gras ($P < 0,05$) que ceux nourris au régime 24 p.100.

Les résultats de HOLMES (1973), Mc CRACKEN (1973) et HSIA (1977), indiquent qu'à température élevée, l'indice de consommation augmente avec le niveau alimentaire En outre, d'après HOLMES (1973) le besoin énergétique pour l'entretien augmente à température élevée. Les résultats de croissance sont assez voisins de ceux observés en milieu tempéré (ARC, 1967 ; CLAUSEN, 1965 : NRC 1968 : RERAT 1972). Il n'en est pas de même de l'indice de consommation qui est dans l'ensemble, assez élevé dans les conditions tropicales. Ce résultat peut être lié au niveau élevé de la consommation malgré les conditions climatiques.

Sur la base des deux principaux critères retenus dans notre étude, le gain moyen quotidien d'une part et l'indice de consommation d'autre part, le niveau optimum de protéines brutes dans nos conditions expérimentales serait de 16 et 12 p.100 pour les deux périodes étudiées : croissance (25-60 kg) et finition (60-95 kg) respectivement. Nous retrouvons sensiblement les mêmes tendances que celles observées dans les régions à climat tempéré, c'est-à-dire une diminution du besoin azoté global avec l'âge des animaux (RERAT, 1972). Toutefois, en période de finition, l'amélioration linéaire du gain moyen quotidien et l'indice de consommation lorsque le taux de proteines décroît de 21 à 12 p.100 suggère un optimum sans doute inférieur à 12 p.100 en période de finition, surtout chez le mâle castré qui possède un besoin azoté inférieur à celui des femelles.
(DESMOULIN B., 1969 ; RERAT A. et HENRY Y., 1967.

A des niveaux d'ingestion identiques, nos résultats sont en accord avec les recommandations de la bibliographie analysée par CLAUSEN (1965), ARC (1967), NRC (1968) et RERAT (1967). Ils sont par contre quelque peu différents de ceux trouvés par BABATUNDE OLOMU et OYENUGA (1972) au Nigéria ou DEVENDRA et PARRIS (1970) à Trinidad malgré la similitude des conditions climatiques, mais la nature et la qualité des régimes, à base de ressources locales pour la plupart, peuvent expliquer ces différences.
En accord avec les travaux de TERRIL et al. (1952) et SUGAHARA et al (1969) les croissances les plus faibles sont enregistrées au taux azoté le plus élevé ; la chute de la croissance consécutive à l'augmentation du taux de protéines est cependant beaucoup plus nette dans notre contexte climatique. Cela pourrait traduire une plus grande sensibilité des porcs à un niveau de proteines élevé quand ils sont élevés dans des conditions climatiques tropicales.

Il n'y a pas d'effet significatif du sexe sur le gain moyen quotidien mais la quantité d'aliment nécessaire pour produire une unité de gain est significativement moins importante chez les femelles à partir du poids de 60 kg ; ces résultats ont déjà été trouvés par ailleurs et sont parfaitement en accord avec ceux de BOWLAND et BERG (1959), HENRY et RERAT (1964) et DESMOULIN (1969).

La diminution de l'épaisseur du lard dorsal quand le taux de proteines augmente confirme aussi les données classiques de la littérature sur la dépendance du niveau de proteines ingérées sur le pourcentage de gras dans la carcasse, résultats observés dans les régions tempérées mais aussi en milieu tropical (BABATUNDE, OLUMU et OYENUGA, (1972) BLAIR et al, (1969), FETUGA, BABATUNDE et OYENUGA (1975), RERAT (1972). Cette réduction de l'épaisseur du lard dorsal est peut-être l'explication de la chute du rendement en carcasse quand le niveau de proteines augmente, comme l'ont signalé SUGAHARA et al (1969).

CONCLUSION

L'analyse de ces premiers résultats, mettant en évidence la possibilité d'une économie de protéines dans des conditions tropicales, est une première étape dans la définition du besoin azoté global des porcs élevés en milieu tropical. Le taux optimum est de 16 p.100 dans l'intervalle de poids 24-60 kg (croissance), sensiblement le même qu'en milieu tempéré. Il serait de 12 p.100 ou moins pour les porcs en finition (60-95 kg). C'est donc à cette période qu'il conviendra de préciser tout particulièrement les besoins spécifiques des animaux soumis aux conditions climatiques chaudes de nos régions. Il n'est pas impossible que le besoin optimum correspondant à ce stade soit encore plus bas.

Tableau 2 - Performances de croissance (GQM et IC) dans l'intervalle de poids 25-60 kg de poids vif.

Taux de protéines (%) dans la ration		12	16	20	24	moyenne	signification statistique (1) $S/\sqrt{n}$ (C.V.%)
Gain moyen	♂	508	603	586	503	550[a]	
Quotidien	♀	531	589	573	522	554[a]	
	Moyenne	520[a(2)]	595 b	579 b	512 a		13,2 (9,7)
Consommation	♂	2,09	2,19	2,18	1,92	2,10[a]	
Journalière	♀	2,13	2,12	2,15	2,15	2,09[a]	
	Moyenne	2,11[a]	2,15[a]	2,16[a]	1,97[a]		0,07 (12,9)
Indice de	♂	4,11	3,63	3,73	3,82	3,82[a]	
Consommation	♀	4,01	3,60	3,74	3,87	3,80[a]	
	Moyenne	4,06[a]	3,61[b]	3,73[bc]	3,85[ac]		0,09 (9,2)

(1) Ecart type de la moyenne $S/\sqrt{n}$; coefficient de variation (C.V.), $\frac{s}{x} \times 100$

(2) Les moyennes affectées au même indice ne sont pas significativement différentes au seuil 5 p. 100

Tableau 5 - Caractéristiques des carcasses

Taux de protéines		12	16	20	24	moyenne	Signification Statistique
Rendement en carcasse	♂	72,8	72,6	72,4	70,8	72,1[a]	
	♀	72,6	72,7	71,5	71,3	71,8[a]	
	Moyenne	72,7[a2]	72,6[a]	71,9[ab]	71,1[b]		0,41 (2,28)
Epaisseur de lard dorsal	♂	36,0	32,0	31,7	28,9	32,1[a]	
	♀	31,1	30,7	30,7	28,0	30,1[b]	
	Moyenne	33,6[a]	31,3[b]	31,2[b]	28,5[c]		0,80 (10,4)

1,2 voir note tableau 2

Tableau 3 - Performances de croissance dans l'intervalle de poids 60-95 kg de poids vif.

Taux de protéines (%) dans la ration		12	16	20	24	moyenne	Signification statistique $S/\sqrt{n}$; (C.V.%) (1)
Gain moyen quotidien	♂	511	598	754	720	778[a]	
	♀	815	776	771	749	768	
	Moyenne	813[a2]	786[ab]	754[b]	734[b]		20 (10,3)
Consommation journalière	♂	3,42	3,69	3,59	3,42	3,53[a]	
	♀	3,28	3,23	3,35	3,35	3,30[b]	
	Moyenne	3,34	3,44[a]	3,47[a]	3,39[a]		0,11 (13,0)
Indice de Consommation	♂	4,27	4,66	4,76	4,83	4,63[a]	
	♀	4,03	4,18	4,34	4,54	4,27[b]	
	Moyenne	4,14[a]	4,40[ab]	4,55[b]	4,68[b]		0,13 (11,7)

1,2 voir note tableau 2

Tableau 4 - Performances de croissance dans l'intervalle 25-95 kg

Taux de protéines (%) dans la ration		12	16	20	24	Moyenne	Signification statistique $S/\sqrt{n}$; C.V. %[1]
Gain moyen Quotidien	♂	630	691	657	594	643[a]	
	♀	643	678	663	610	648[a]	
	Moyenne	637[ac2]	684[b]	660[bc]	692[a]		15,7 (10,0)
Consommation journalière	♂	2,66	2,91	2,80	2,56	2,73[a]	
	♀	2,61	2,63	2,68	2,54	2,64[a]	
	Moyenne	2,63[ac]	2,77[ab]	2,74[b]	2,55[c]		0,06 (8,9)
Indice de consommation	♂	4,24	4,23	4,27	4,33	4,27[a]	
	♀	4,09	3,93	4,03	4,37	4,11[a]	
	Moyenne	4,17[ab]	4,08[a]	4,16[ab]	4,26[b]		0,06 (5,7)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agricultural Research Council - Nutrients requirements of Farm livestock. N° 3 Pigs. Agricultural Research Council, London, 1967.

BABATUNDE G.M., OLOMU M.J., OYENUGA V.A.- Determination of the optimun crude protein requirement of pigs in a tropical environment. Anim. Prod. 14, 57-67, 1972.

BLAIR R., DENT J.B., ENGLISH P.R., RAEBURN J.R.- Protein, Lysine and feed intake levels effects on pig growth. I - Main effects. J. Agric. Sci. 72, 379-400, 1969.

BOWLAND J.P., BERG R.T.- The influence of strain and sex on the relationship of protein to energy in the rations of growing and finishing bacon pigs. Can. J. Anim. Sci. 39, 102-114, 1959.

BROBECK J.R.- Food and temperature. Recent Prog. Horm Res. 16, 439-466, 1960.

CLAUSEN H.- The protein requirements of growing meat type pigs. WLD Rev. Anim. Prod., 1, 28-42, 1965.

DESMOULIN B.- Influence de l'alimentation restreinte sur les performances du porc variation suivant le sexe. J. Rech. Porcine en France, 67-71, INRA.- I.T.P., ed, Paris, 1969.

DEVENDRA C., PARRIS E.C.C.- Optimum crude protein levels for growing and finishing pigs in a tropical environment. Trop. Animal Health Prod. 2, 162-166, 1970.

FETUGA B.L., BABATUNDE G.M., OYENUGA V.A.- Protein levels in diets for european pigs in the tropics. I - The effect of methionine supplementation on the protein requirement of growing pigs Anim. Prod. 20, 133-146, 1975.

HEITMAN J.J.R., KELLY C.F., HUGUES T.E.- Ambient air temperature and weight gain in swine. J. Anim. Sci. 17, 62-67, 1958.

HENRY Y et RERAT A.- Variations des taux énergétiques et azotés dans l'alimentation du porc en croissance. Observations préliminaires. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. A. 263-71, 1967.

HOLMES C.W.- The energy and protein metabolism of pigs growing at a high ambient temperature. Anim. Prod. 16, 117-133, 1973.

HOLMES C.W.- Further studies on the energy and protein metabolism of pigs growing at high ambient temperature, including measurements with festing pigs. Anim. Prod. 19, 211-220, 1974.

HSIA L.C.- Acclimatization of pigs to high temperature. Thesis Science. University of Aberdeen, 1974.

Mc CRACKEN K.J.- Interaction of nutrition and environment on fattening pigs. Agric. Res. Inst. Northern Ireland. Annual report, 17-26, 1972-1973.

National Academy of Sciences. National Research Council. Committee on Animal Nutrition. Nutrients requirements of domestic animals. 2 - Nutrient requirements of swine. Publication Nat. Acad. Sci. n° 1599, Washington, 1968.

NIELSEN A.J., ARSSKEF T.- Kougelize Veterinarog. Landbohskole, Copenhagen, Denmark, p.81, 1971.

RERAT A.- Protein nutrition on metabolism in the growing pigs. Nutr. abst. Rev. 42, 13-39, 1972.

SUGAHARA M., BAKER D.H., HARMON B.G., JENSEN A.H.- Effect of excess levels of dietary crude protein on carcass development in swine. J. Anim. Sci. 29, 598-601, 1969.

TERRILL S.W., WARDER W.K., BECKER D.E., BEARNER P.B.- The effect of feeding a high level of crude protein in the dry lot ration of fattening hogs. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 121, 304-305, 1952.

RESUME

L'expérience se propose de rechercher l'effet d'une augmentation du niveau de protéines sur les performances de croissance des porcs de la race Large White élevés dans des conditions climatiques tropicales, la température et l'humidité relative variant respectivement de 20°5 à 27°5 et 70 à 100 p. 100.

32 femelles et 32 mâles castrés d'un poids initial de 24 kg ont été utilisés et affectés à l'un des 4 régimes à base de maïs-soja et contenant respectivement 12, 16, 20 et 24 p. 100 de protéines brutes, les régimes à 12 et 16 p. 100 étant supplémentés avec la L. Lysine synthétique.

Le contrôle d'alimentation réalisé en loges individuelles s'étale du poids initial (24 kg) à l'abattage (95 kg).

Sur la base du gain moyen quotidien maximum et de l'indice de consommation minimum, le taux optimum de protéines brutes est de 16 p. 100 pour les porcs en croissance (24 à 60 kg) et 12 p. 100 pour les porcs en finition (60 à 95 kg). Ces résultats suggèrent cependant des études complémentaires pour mieux préciser le taux optimum de protéines brutes pour les porcs en finition. Il n'y a pas d'effet significatif du sexe sur les performances de croissance mais l'indice de consommation de femelles en finition est d'environ 8 p. 100 meilleur que celui des mâles castrés.

Le rendement en carcasse et l'épaisseur du lard dorsal diminuent de façon linéaire quand le taux de protéines brutes augmente ($P < 0,05$). Les femelles sont significativement moins gras ($P < 0,05$) que les mâles castrés.

SUMMARY

INFLUENCE OF THE FEEDING PROTEIN LEVEL ON THE GROWTH RESULTS OF FINISHING PIG UNDER TROPICAL CONDITIONS

The experiment was to investigate the effect of an increase of the crude protein (C.P.) level on growth performance and carcass characteristics of Large White pigs reared under tropical conditions, the ranges of daily temperature and relative humidity were respectively from 20°5 to 27°5 C and from 70 to 100 p. 100.

The used animals were 32 females and 32 barrows with an initial weight of 24 kg. They received one of the four maize-soja based diets containing respectively 12, 16, 20 and 24 p. 100 of C.P., the 12 and 16 p. 100 diets being supplemented with synthetic L. Lysine hydrochloride.

The feeding was done in individual pig pens and cheeked from the initial weight (24 kg) until the slanghtering (95 kg).

On the basis of the maximum daily growth and of the minimum feed conversion efficiency, the optimum level of C.P. was 16 p. 100 for the growing pigs (24 to 60 kg) and 12 p. 100 for the finishing pigs (60 to 95 kg). However these results suggest complementary investigations to define more accurately the optimum level of C.P. for finishing pigs. There is no significant effect of sex on growth performance but the feed conversion effeciency of the finishing females was about 8 p. 100 better than this one of the barrows.

Carcass yield and back-fat thickness discrease linearly ($P < 0,05$) when the C.P. rate increases. The females are significantly less fatty than the barrows.

RESUMEN

INFLUENCIA DEL NIVEL DE PROTEINAS EN LA ALIMENTACIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DEL PUERCO EN FIN DE CRECIMIENTO Y EN CONDICONES TROPICALES

El propósito de este experimento es de investigar el efecto de un aumento del nivel de proteinas sobre los resultados de crecimiento del puerco de la raza Large White criados en condiciones tropicales, la temperatura y la humedad relativa variando respectivamente de 20°5 a 27°5 C y de 70 a 100 p. 100.

32 cerdas y 32 puercos castrados de un peso incial de 24 kg fueron empleados y recibieron uno de las 4 dietas con base de maiz-soja y conteniendo respectivamente 12, 16, 20 et 24 p. 100 de proteinas integras (brutas), las dietas de 12 y 16 p. 100 fueron suplementados con L. Lisina sintética.

La comprobación de alimentación realizada en celdas individuales fué hecha del peso initial (24 kg) hasta la matanza (95 kg).

Sobre el base de la ganancia medio diaria máxima y del indicio minimo de consumo, la tasa optima de proteinas brutas es de 16 p. 100 para les puercos en crecimiento (24 a 60 kg) y de 12 p. 100 para los puercos en fin de engorde (60 a 95 kg). Esos resultados sugieren estudios complementarios para precisar la tasa optima de proteinas brutas para los puercos en fin de enjorde. No hay efecto significante del sexo sobre los resultados de crecimiento pero el indicio de consumo de las hembras en fin de enjorde es a cerca de 8 p. 100 mejor que el de los.

El rendimiento en canal y el espesor del tocino dorsal dismimuyen linearia-mente cuando la tasa de proteinas brutas aumenta. Las hembras son significantemente menos grasosas ($P < 0,05$) que los machos castrados.

RESUMEN

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 33-48, 1978.

DONNEES SUR L'ANATOMIE DU TUBERCULE DE QUELQUES IGNAMES ALIMENTAIRES (*Dioscorea* spp.)

P. MATHURIN et L. DEGRAS (°)

INTRODUCTION

Le tubercule des Ignames est, dans la quasi-totalité des cas, à la fois l'organe de reproduction de la plante et l'objet de sa culture. De ses caractéristiques biologiques dépendent la pérennité du clone et la qualité de la production agricole. Parmi ses caractéristiques, la structure des tissus, leur agencement doivent être bien connus pour une bonne compréhension, tant du fonctionnement de cet organe au cours de sa germination et au cours de l'accumulation des réserves, que de son comportement lors des préparations culinaires ou technologiques.

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

La monographie importante et relativement récente de AYENSU (1972) sur l'anatomie des Ignames, donne un inventaire des études effectuées sur les différents organes. Sur 65 études, seulement 14 s'intéressent au tubercule, et pas plus de 4 au tubercule d'espèces majeures (1). AYENSU lui-même, relevant cette déficience, ne fera état que de 18 études d'espèces pour leur tubercule sur les 67 que sa monographie prendra en compte.

Il s'ensuit que l'étude générale la plus ancienne, celle de QUEVA (1884) demeure encore la plus profonde et la plus minutieuse. Si le vocabulaire a vieilli et notamment, la nomenclature botanique (2), c'est à partir de cette étude qu'on peut le mieux décrire les types de tubercules des *Dioscoreacées*. On aurait donc :

- Le type *Tamus*.

Le tubercule dérive, chez la plantule, d'une hypertrophie des premiers entrenoeuds de la tige principale, des aisselles correspondantes et de l'hypocotule. Cette hypertrophie de tissus primaires est relayée par le fonctionnement de deux assises génératrices de tissus secondaires (cambium), l'une périphérique, l'autre profonde. Il n'y a pas de méristème apical de ces assises. Il s'agit de tubercules vivaces (p.ex. *D. sinuata* d'Amérique tropicale, *D. altissima*, "Igname à diable" de Guadeloupe).

- Le type *Helmia*

Le tubercule commence ci-dessus. Mais une nouvelle multiplication de tissus primaires de l'hypocotyle relaie l'hypertrophie initiale sous la forme d'un méristème sub-apical qui assure la croissance du tubercule. A l'intérieur de l'écorce comportant des assises secondaires, issues d'un cambium périphérique, la masse du tubercule est aussi d'origine essentiellement primaire et distale. Le tubercule est annuel. Bien que leur plantule n'ait pu être observée. *D. bulbifera*, *D. alata* *DD. pentaphylla* sont rattachés à ce type.

(°) Station d'Amélioration des Plantes, INRA, Petit-Bourg, Guadeloupe

(1) Espèces majeures selon MARTIN et DEGRAS (1978) : *D. alata*, *D. cayenensis*, *D. esculenta*, *D. bulbifera*, *D. trifida*, *D. opposita* (=*D; batatas*).

(2) BURKILL (1960) parviendra à établir les synonymies valables pour la majeure partie des espèces, à l'exception de certaines comme *"Dioscorea kita)*.

- Le type *Dioscorea kita*

Le tubercule naît encore de l'hypocotyle mais sans la phase intermédiaire d'hypertrophie de tissus secondaires, C'est uniquement le méristème subapical qui, par des tissus primaires, relayées seulement au niveau de l'écorce par des formations secondaires, constituera l'essentiel du tubercule. En plus du cambium périphérique de l'écorce on peut observer des assises internes à divisions cellulaires prolongées. Le tubercule est annuel. En dépit également de l'absence de plantule, *D. opposita* et *D. esculenta* sont rattachés à ce type.

QUEVA décrit *D. alata* (sous le nom de *D. javanica)* et *D. esculenta* sous le nom de *D. aculeata)* avec des précisions complémentaires.

Chez *D. alata*, QUEVA observe, de la périphérie vers le centre d'une section transversale : une écorce liégeuse, un parenchyme cortical avec des zones obliques de tissus subérifiées, une assise génératrice, puis au devant et dans une assise de cellules à parois épaissies des faisceaux vasculaires grêles non différenciées, et dans un parenchyme amylifère fondamental, des faisceaux vasculaires caulinaires de taille croissante vers le centre.

Chez *D. esculenta*, QUEVA observe, dans les mêmes conditions : une écorce liégeuse, un cambium de 2-3 assises, un parenchyme cortical, une."gaine mécanique" de 2-3 assises de cellules, petites et à parois minces, un parenchyme fondamental avec des faisceaux vasculaires de taille croissante vers le centre.

WINTON et WINTON (1935) voient chez *D. alata* : une serie d'assises liégeuses (une quinzaine et plus), un parenchyme cortical à raphides, un pericycle de cellules pierreuses à parois épaisses et contenant un cristal d'oxalate, un parenchyme amylifère fondamental où sont dispersés les faisceaux vasculaires.

AYENSU (1972) souligne "l'uniformité frappante de l'anatomie générale des tubercules" et par suite présente une description unique pour la section Enantiophyllum qui pourtant comporte *D. alata, D. cayenensis, D. opposita (=batatas), D. Minutiflora,* entre autres, cette dernière espèce vivace par son tubercule. Il signale : une écorce primaire aux cellules irrégulièrement disposées, subérifiées, une écorce secondaire aux nombreuses assises statifiées en séries cellulaires radiales, subérifiées, un "tissu fondamental" esterne à cellules de taille variable, stratifiées par endroit et un "tissu fondamental" interne à parois épaisse, amylifère, où des faisceaux collatéreaux sont irrégulièrement distribués ; des cellules à raphides et à tannin.

AYENSU donne la succession suivante pour les espèces de la section Macrogynodium à laquelle appartient *D. trifida* : une écorce aux cellules irrégulièrement disposées, une écorce secondaire, stratifiée, de 6 à 12 assises cellulaires subérifiées, et un tissu fondamental à grandes cellules de forme arrondie ou irrégulière, aux parois minces, parfois en séries radiales et, dispersées dans le tissu fondamental, des faisceaux vasculaires collatéraux , il signale des faisceaux de raphides et des cellules à tannin éparses.

MANTELL et al,(1977) au cours d'observations anatomiques en liaison avec des symptômes pathologiques signalent la présence d'assises sclérenchymateuses chez *D. alata*, à la différence de *D. cayenensis*.

On aura noté que les descriptions de *D. alata* selon QUEVA, WINTON et WINTON, AYENSU, ne concordent pas sur plusieurs points. Ni WINTON et WINTON, ni AYENSU ne mentionne les zones obliques de tissus subérifiés indiquées par QUEVA dans le parenchyme cortical. L'assise de cellules à parois épaissies, hébergeant des faisceaux indifférenciés, remarquée par QUEVA, n'est pas signalée par les deux autres. Le péricycle à cellules pierreuses de WINTON et WINTON ne se retrouve ni chez QUEVA ni chez AYENSU.

MATERIEL ET METHODES

Espèces et variétés

Il s'agissait au départ des clones *D. alata* cv "Pacala" et *D trifida* cv "INRA 25" utilisés pour l'étude des effets de la fragmentation des tubercules à la plantation (DEGRAS, MATHURIN, 1975). Les différences entre ces espèces ont alors rendu souhaitable des observations comparatives de *D. cayenensis*, *D. esculenta* et *D. transversa* disponibles dans notre collection. Voici quelques caractéristiques de clones utilisés.

D. alata cv "Pacala" est un clone répandu en Guadeloupe. Son origine africaine (secondaire) est probable : en Côte d'Ivoire, à la frontière avec la Haute Volta existe la communauté des "Pacala". C'est le type d'un groupe de *D. alata*, au tubercule généralement unique, à longue dormance, fusiforme à cylindroïde, rarement digité à écorce assez finement et superficiellement crevassée (DEGRAS et al., 1972).

D. trifida cv. "INRA 25" est un clone sélectionné dans une descendance d'hybridation effectuée en 1966 (DEGRAS et al.; 1971). Ses tubercules, nombreux, sont à dormance brève, en forme de massue courte ou de poire un peu aplatie, à écorce lisse très finement crevassée. Ils se développent à l'extrémité de cordons épais plus longs qu'eux et généralement rompus à la récolte.

D. cayenensis cv "V 17-2" est une introduction du Cameroun effectuée par l'IRAT[1] en 1964 et transmise à notre collection en 1966. Le tubercule est souvent unique et donne lieu à une récolte commercialisée précoce, suivie d'un tubercule de régénération constituant la semence. Ce clone se rattacherait à *D. cayenensis* spp. *cayenensis*. Le tubercule commercialisé l'est rapidement et s'altère vite sauf précautions particulières. C'est lui qui a été observé.

D. esculenta cv "Pas-possible" est une introduction effectuée à la fin du XIX e siècle en provenance d'Indo-Chine. Les tubercules en grappes au bout de fins cordons sont cylindroïdes, nombreux, à peau lisse rarement crevassée.

D. transversa cv. "Waël" est un clone introduit en 1969 de Nouvelle Calédonie sous la désignation erronnée de *D. nummularia* (DEGRAS et al., 1972). Ses tubercules en général multiples, sont piriformes, hérissés de petites racines. Ils paraissent susceptibles d'une croissance prolongée (BOURRET, 1973). L'espèce, nouvelle aux Antilles y parait très intéressante (MARTIN, DEGRAS1978).

Méthodes et techniques

Dans cette première étude seuls des tubercules adultes et normaux ont été observés. Pour les différentes espèces, il s'ensuit des poids inégaux. Pour *D. trifida*, *D. esculenta* et *D. transversa*, ils vont de 150 à 400 g et pour *D. cayenensis* et *D. alata* de 500 à 800 g.

C'est essentiellement des sections au niveau du plan médian transversal qui ont été considérées, même si quelques coupes longitudinales vers ce niveau, radiales ou tangentielles ont été également observées.

Les coupes ont été traitées classiquement par l'eau de Javel, puis de l'acide acétique dilué, et colorées par le carmin aluné et le vert d'iode. Elles ont été montées dans la glycérine et, éventuellement, pour conservation, lutées avec une colle caoutchoutée. Les coupes les plus significatives ont été dessinées ou photographiées en noir et en couleur.

OBSERVATIONS

Les espèces sont présentées dans un ordre de complexité croissante, leur structure étant décrite de la périphérie vers le centre du tubercule.

Diocorea transversa (fig. 1 et 2)

- Liège (cellules subérifiées) de 5 à 6 assises. Cellules souvent irrégulièrement disposées et isodiamétriques, quelquefois en séries radiales ;

- une à deux assises peu différenciées ;

- un parenchyme de 10 à 15 assises de cellules un peu plus petites assez régulièrement disposées, et allongées tangentiellement ; des cellules plus grandes contiennent des raphides.

- une zone de 5 à 8 assises de petites cellules régulièrement sériées et allongées tangentiellement ; peu différenciées, elles sont de place en place interrompues par des massifs cellulaires de type méristématique (ou parenchyme libérien en cours de différenciation) ;

- un parenchyme amylifère aux cellules isodiamétriques, s'agrandissant vers le centre ainsi que les faisceaux libéro-ligneux, de type caulinaire, épars.

Dioscorea cayenensis (fig. 2 et 3)

On a la même succession de grandes zones tissulaires avec les différences suivantes :

- Les cellules sont souvent plus petites ;

- L'écorce liégeuse comporte une série d'assises primaires (4 à 5) et une serie d'assises secondaires en dessous (5 à 6) très régulièrement allongées tangentiellement et disposées en séries radiales parfois écrasées au dessus d'une assise subéro-phellodermique.

- le passage de l'écorce liégeuse au parenchyme cortical à raphides se fait très graduellement ;

- les massifs cellulaires peu différenciées de la zone corticale interne sont moins fréquents

- Il y a ici et là des associations de cellules analogues à des sections de canaux secréteurs au sein des parenchymes ;

.../...

Dioscorea esculenta (fig. 5 et 6)

- Liège avec une première serie de cellules, en cours d'exfoliation à peu près isodiamétriques et une seconde série de cellules allongées tangentiellement, aux parois fortement subérifiées, cette seconde série souvent écrasée au point de supprimer l'espace cellulaire intérieur.

- zone Subero-phellodermique d'une ou deux assises ;

- un parenchyme cortical à cellules isodiamétriques beaucoup plus grandes ;

- zone méristématique de 3-4 assises de petites cellules peu différenciées interrompue ça et là par des massifs cellulaires jeunes ;

- parenchyme amylifère à faisceaux vasculaires.

Dioscorea trifida (fig. 7 et 8)

- Liège dont la série externe primaire est largement exfoliée, la serie interne épaisse de 5 à 7 assises est en serie radiale très ordonnée ;

- une assise subero-phellodermique se relie au liège ;

- le parenchyme cortical de 6 à 8 assises est rarement en serie radiale reliée au cambium précédent ; ses cellules sont allongées tangentiellement ; quelques unes plus grandes paraissent constituer des systèmes secréteurs ou à raphides ;

- une zone méristématique de 3 à 4 assises aux cellules de taille réduite, plutôt isodiamétrique, héberge des massifs cellulaires jeunes ;

- parenchyme amylifère à faisceaux vasculaires de taille croissante.

Dioscorea alata (fig. 9 et 10)

- Liège épais avec une série de 5 à 6 assises primaires aux cellules d'assez grandes dimensions, au-dessus d'une serie d'assises secondaires aux cellules, aussi larges tangentiellement, mais écrasées en successions radiales sur une profondeur équivalente à la serie primaire ;

- une assise subéro-phellodermique associée au liège secondaire ;

- 2 à 4 assises de parenchyme jeune à cellules isodiamétriques accompagnant le cambium.

- un parenchyme cortical aux cellules allongées tangentiellement à des degrés variables, exceptionnellement en succession radiale par endroit ; il héberge des ensembles secréteurs et des cellules à raphides.

- une zone de 3 à 5 assises de grandes cellules sclérenchymateuses polyédriques, coupée de place en place par une intrusion de cellules cellulosiques jeunes, analogue à du parenchyme libérien, et qui relie la zone externe au parenchyme amylifère central ; les cellules sclérenchymateuses sont en majorité à parois épaisses avec un cristal excentré, quelques unes, surtout vers le parenchyme amylifère étant à parois relativement minces et ponctuées sur leurs faces transversales.

- un parenchyme amylifère central aux cellules de plus en plus grandes vers le centre, comme les faisceaux vasculaires qu'il héberge, sans ordre apparent.

.../...

Les traits essentiels

Chez les cinq espèces on observe la succession des grandes aires anatomiques suivantes :

1. L'écorce avec - assises externes liégeuses
   - assises moyennes parenchymateuses à raphides
   - assises profondes à petites cellules et massifs jeunes
2. Le parenchyme amylifère fondamental hébergeant des faisceaux libéro-ligneux de type caulinaire.

On pourrait peut-être y ajouter la zone cambiale externe bien qu'elle n'ait pu être distinguée avec sûreté chez *D transversa* dont le liège paraît d'origine essentiellement primaire. Mais ceci nous conduit déjà à l'examen des variations spécifiques.

Au niveau de l'écorce liégeuse, on note encore la variation de l'épaisseur des parois cellulaires subérifiées surtout rapportées aux dimensions des cellules. Elle croît de *D transversa* à *D trifida, D. alata* et *D esculenta*. Le nombre d'assises cellulaires du liège croît de *D. transversa* à *D. trifida, D. esculenta* et *D. alata*.

Au niveau du parenchyme cortical on note l'accroissement du nombre d'assisses cellulaires de *D. esculenta* à *D. trifida, D. transversa, D. cayenensis D. alata*.

Au niveau des assises corticales profondes on note une moindre épaisseur chez *D. esculenta*.

Enfin, ce niveau montre la formation sclérenchymateuse singulière de *D. alata*.

Par opposition avec les variations des assises corticales le parenchyme fondamental offre à première vue une remarquable stabilité structurelle, dans le cadre de ces observations. Par contre, on peut souligner que d'un tubercule à l'autre la masse de ce parenchyme et en particulier son épaisseur peut varier considérablement à l'opposé de celle de la région corticale. Celle-ci dans la généralité des cas a une épaisseur de l'ordre du millimètre, parfois 2, jamais plus de 3 mm.

INTERPRETATION

Les structures anatomiques correspondent à des fonctions physiologiques permises par l'agencement de tissus spécialisés. Comme on le rappelait en introduction, le tubercule de l'Igname est l'organe essentiel de pérennité du clone ; il assure l'accumulation, la protection et la réutilisation des réserves. Voyons les relations entre ces fonctions et les structures observées.

Accumulation des réserves : parenchyme (médullaire et cortical)

On a remarqué l'étroite association de l'appareil vasculaire et du parenchyme amylifère. Ainsi que l'avaient souligné WINTON et WINTON chaque faisceau vasculaire est au centre d'un secteur de parenchyme à accumulation dense d'amidon, les secteurs étant séparés par des zones d'accumulation nettement plus faibles qui simulent un réseau clair par transparence.

La limitation de l'appareil vasculaire au parenchyme central rend compte de la rareté de l'amidon dans la région corticale.

On pourrait s'interroger sur le rôle des vaisseaux ligneux, transporteur de substances minérales vers les feuilles, dans le parenchyme central. Il faut admettre (CUMBS et FERGUSON, 1975) que le tubercule joue aussi un rôle dans la nutrition minérale de la plante ; même si les racines adventives qu'il émet sont parfois rares, elles se rattachent toujours aux faisceaux vasculaires médullaires.

Le rôle fondamental de cette structure et sa parfaite adaptation aux différents "environnements" des multiples espèces est visible à travers sa stabilité.

Les réserves amylacées garnissent la masse principale du tubercule. D'autres produits d'accumulation se rencontrent dans les vacuoles et, pour la plupart, leur rôle de substance de réserve, réutilisée dont par le métabolisme, ne fait pas l'unanimité. Parmi eux mentionnons les cristaux d'oxalate de calcium sous forme de raphides dans le parenchyme cortical et parfois le liège, sous forme de monocristal dans les cellules sclérenchymateuses de *D. alata*. Nous reviendrons sur leur signification éventuelle.

Protection des réserves : suber et sclérenchyme

La protection physique apportée par épaississement des parois cellulaires est immédiatement perceptible dans certains tissus, cellulosiques ou non. Elle est renforcée par la subérification (liège) et la lignification (sclérenchyme, vaisseau du bois ou xylème). Cet épaississement et le type de différenciation interviennent dans la vitesse des échanges et donc notamment dans l'économie hydrique et respiratoire.

Les développements différents des écorces liégeuses paraissent correspondre à certaines particularités des espèces. *D. transversa* dont l'écorce, primaire, est faiblement subérifiée, à des tubercules fragiles, dont la conservation naturelle est délicate ; et le caractère juvénile de ses tissus s'accorde avec l'aptitude à la croissance prolongée qu'on lui connait *D. trifida*, pourvu de liège secondaire, mais aux parois cellulaires minces, et aussi de conservation délicate. *D. esculenta*, en dépit d'une écorce au total guère plus épaisse est sans doute mieux préservée par la haute densité de ses cellules subérifiées.

L'épaisseur du liège primaire et secondaire de *D. alata* correspond déjà à la bonne conservation de cette espèce. Mais il faut peut-être voir dans la zone sclérenchymateuse, outre une composante de la rigidité permettant la croissance profonde du tubercule, une structure analogue au "tissu de transfusion" susceptible d'un certain rôle dans la rétention de l'eau (BOUREAU, 1954) ; ses cellules à parois ponctuées et la proximité des faisceaux vasculaires y font penser.

Utilisation des réserves : parenchyme cortical et massifs indifférenciés.

Les travaux de ONWUEME (1973) et des observations personnelles (MATHURIN, 1977) ont montré que la zone d'organogenèse initiale des bourgeons était l'aire corticale profonde. Certes, assez vite, un cordon vasculaire reliera le bourgeon en formation à un faisceau vasculaire du parenchyme central.

.../...

L'aire corticale profonde par sa situation en manchon entre deux tissus parenchymateux à méats, sa structure dense, l'allongement fréquent de ses cellules et son rôle apparent dans certains éléments du tissu conducteur correspond parfaitement au méristème procambial tel que BOUREAU (1954) le définit.

Les massifs cellulaires localisés ("vaisseaux grêles non différenciés" de QUEVA) sont apparemment le site de multiplication initiale conduisant à la germination d'un fragment de tubercule. Le développement de l'ébauche de bourgeon à travers le parenchyme cortical mobilise des énergies et des réserves. Mais si celles-ci dérivent de l'amidon, ce parenchyme cortical en est faiblement pourvu. D'anciens auteurs 'WATTIEZ et STERNON, 1942) estimaient que l'oxalate de calcium pouvait être, par sa dissolution lors de la germination, un facteur de régulation de l'équilibre acidobasique donc de la pression osmotique. BINNET et BRUNEL (1968), plus récemment, admettent la modification du quotient respiratoire par utilisation de l'acide oxalique. Par ailleurs, celui-ci apparaient au cours du métabolisme (cycle clyoxulique, cycle de KREBS) plutôt comme un produit de détoxication (ZINSOU, 1978 communication personnelle). La présence de l'oxalate peut de toute façon être interprétée comme indiquant une activité métabolique intense, et une indication concordante résulte de son abondance dans les zones de croissance actives du bourgeon engendré par la région corticale (MATHURIN, 1977).

Les massifs cellulaires préexistants au sein des assises corticales profondes se comportent donc comme des pôles organisateurs qui se structurent en orientant la croissance et la morphogenèse. Il est peut-être aventureux, mais à coup sûr éclairant, de les les comparer aux embryons indifférenciés de certaines graines. Au moins dans le cas des fragments de tubercule séparés de la région d'attache de ceux-ci, parfois nantie de bourgeons préformés (?), on aurait ainsi une dormance embryonnaire entre la récolte et la germination.

DISCUSSION - CONCLUSION

Observations et interprétations ci-dessus ne peuvent être que l'amorce d'une recherche plus approfondie. En effet, plusieurs insuffisances évidentes appellent des études complémentaires. Ainsi on ne saurait considérer l'unique clône examiné par espèce comme exprimant toutes les différences et identités spécifiques. On ne saurait non plus se satisfaire de la vision statique donné par des coupes essentiellement transversales d'un seul niveau de tubercule et toujours à un stade d'évolution à peu près terminal. Enfin, les relations entre structures, composition histochimique des membranes, contenus cytoplasmiques et activité mitotique, et qui seuls fonderont des interprétations incontestables, doivent être appuyées sur des observations directes dans chacun de ces domaines.

Mais en dépit de ces insuffisances et sans solliciter les données, nous croyons avoir fait apparaître un petit nombre de points qui ensemble, serviront de base solide aux investigations ultérieures ;

1 . La spécificité de l'anatomie des clones ne fait gère de doute. Il est éloquent que nos observation, qui isolément, ne constituent pas de nouveautés, permettent une réinterprétation synthétique de celles de QUEVA, WINTON et WINTON et MANTELL et al, concernant *D. alata* alors qu'à l'évidence, il ne s(agit pas du même clône. L'assise interne à paroi épaissie (QUEVA), les cellules pieurreuses (WINTON et WINTON), le sclérenchyme (MANTELL et al.) correspondent clairement à notre "tissu de transfusion", lequel est sans doute l'un des facteurs de l'adaptabilité de cette espèce qui en a fait la seule véritablement pan-tropicale.

.../...

2. La présence apparemment générale des massifs cellulaires de régénération en des sites déterminés et par lesquels s'amorce toujours la germination du tubercule, offre un cadre histologique à l'analyse des structures et des processus de la multiplication de cet organe.

3. Le fonctionnement du tubercule et, sous des aspects essentiels, celui de la plante entière, peuvent être appréhendés par son anatomie, et ce, malgré les limitations de nos coupes transversales : il faut souligner comme la fréquente indépendance en section transversale de la plupart des aires histologiques renvoie nécessairement au rôle morphogénétique de l'apex du tubercule, rôle dont QUEVA avait montré l'apparition et l'accroissement en passant des types vivaces aux types annuels les plus évolués.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants à MM. PORTECOP, Maître Assistant à l'UER Sciences du Centre Universitaire Antilles-Guyane, et ZINSOU, chargé de Recherches à l'INRA, de leurs critiques et suggestions.

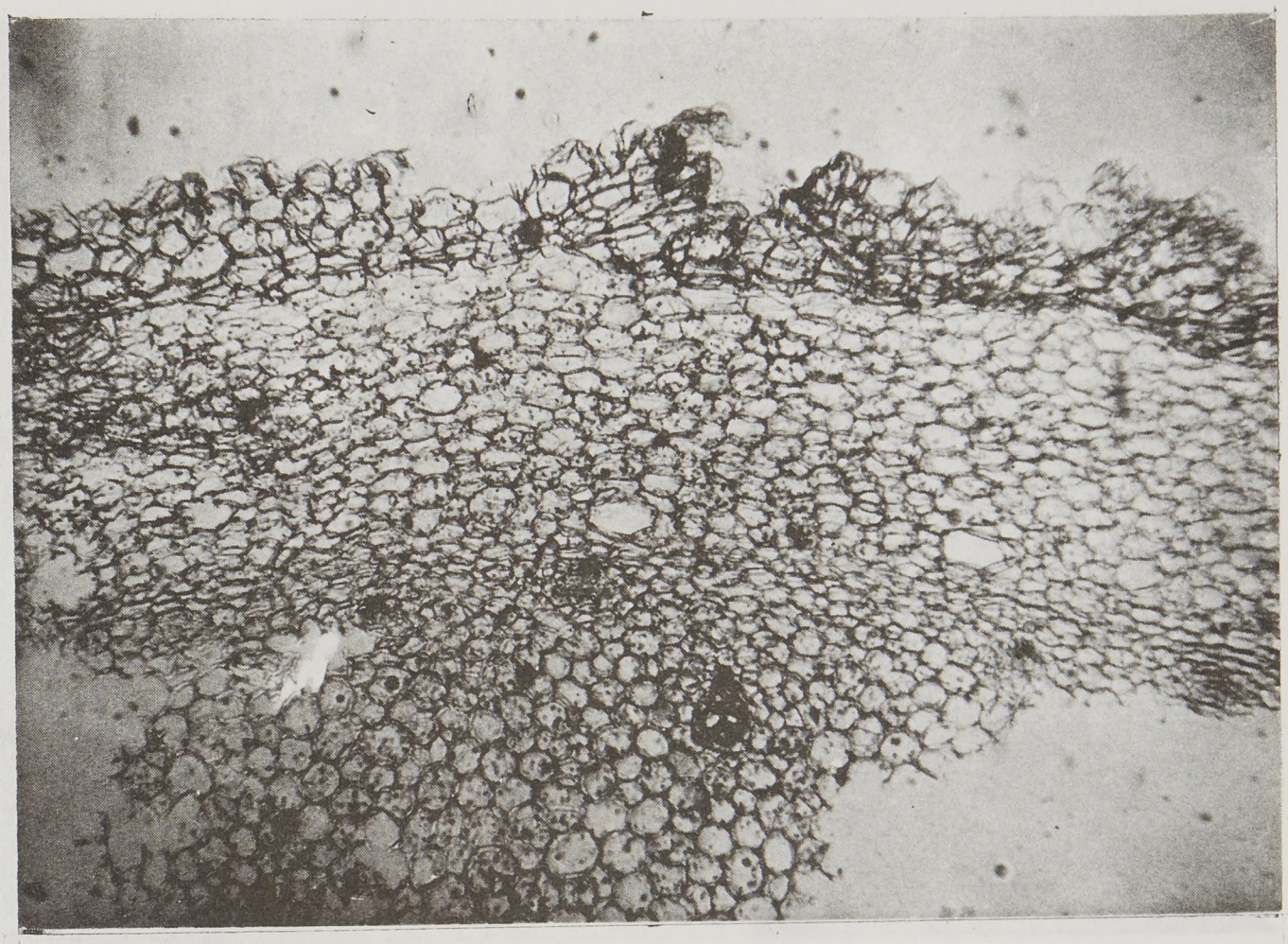


Fig 1 - Dioscorea transversa. Section transversale du tubercule

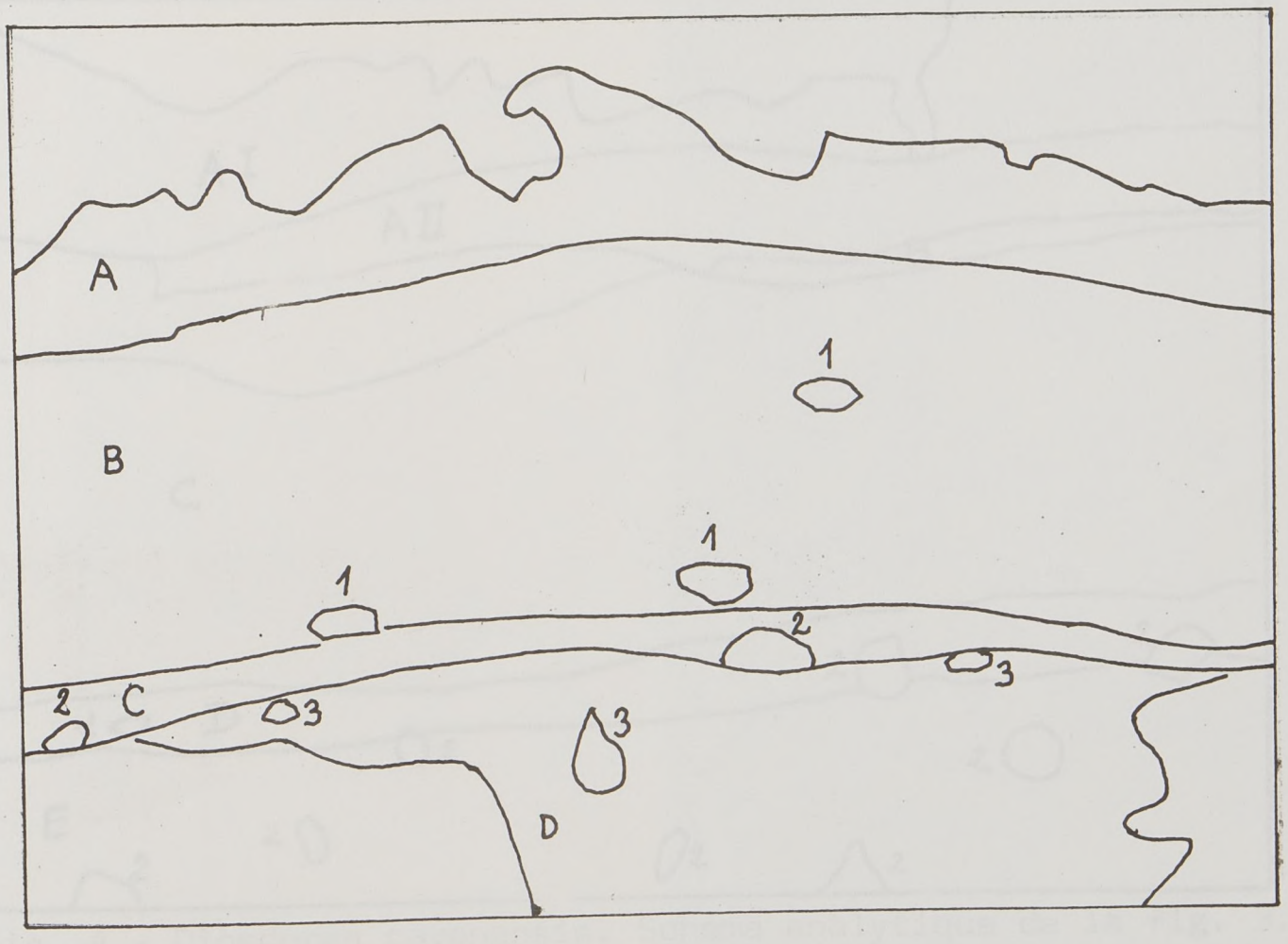


Fig 2 - Dioscorea transversa.
Schéma analytique de la figure 1 A. : liège ; B : parenchyme cortical ; C : zone procambiale corticale profonde ; D : parenchyme amylifère central ; 1 : cellule à raphide ; 2 : massif cellulaire régénérateur ; 3 : faisceau libéro-ligneux.

A
B
C
1
2
3
4
5
6

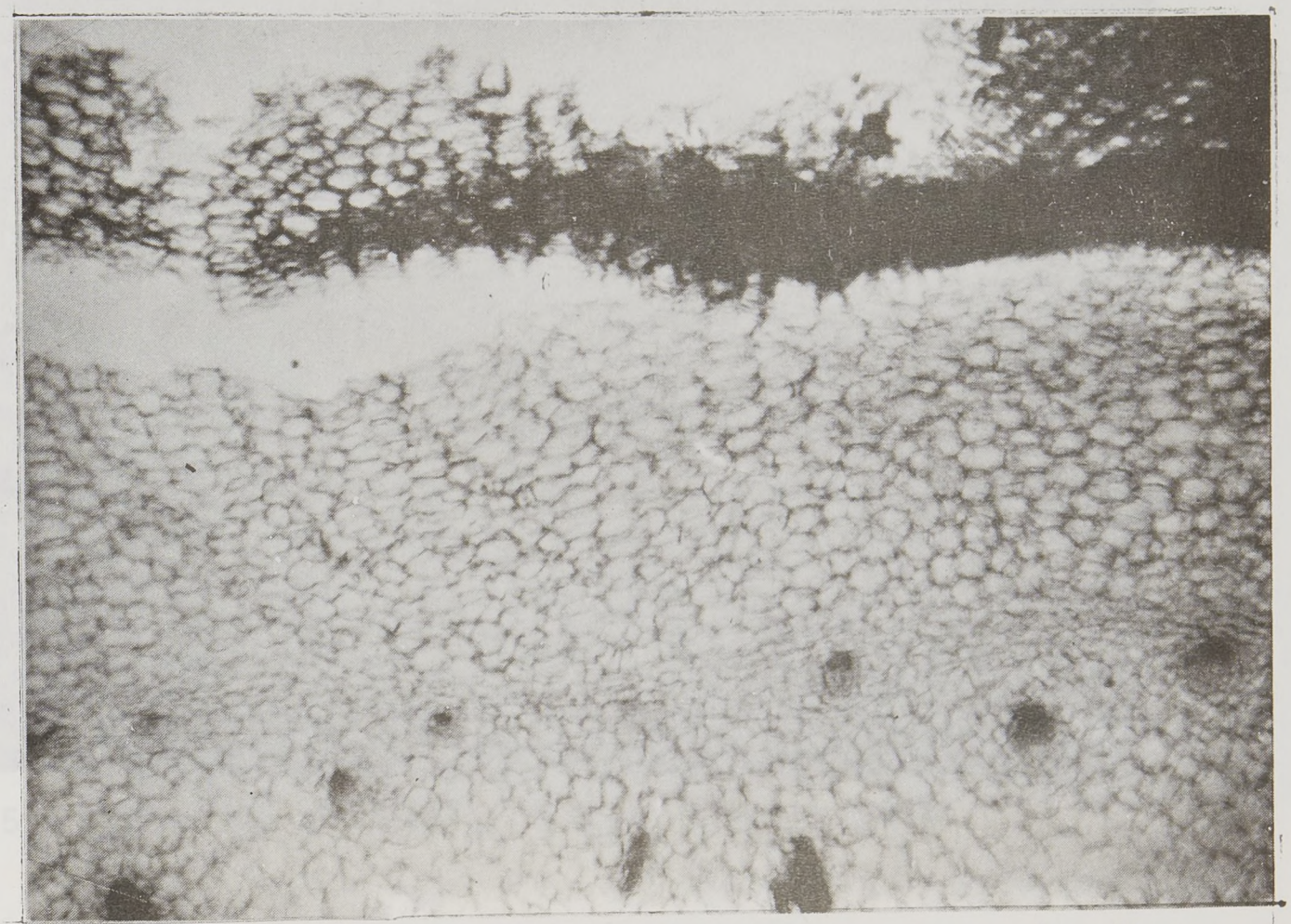


Fig. 3 - Dioscorea cayenensis. Section transversale d'un tubercule de consommation

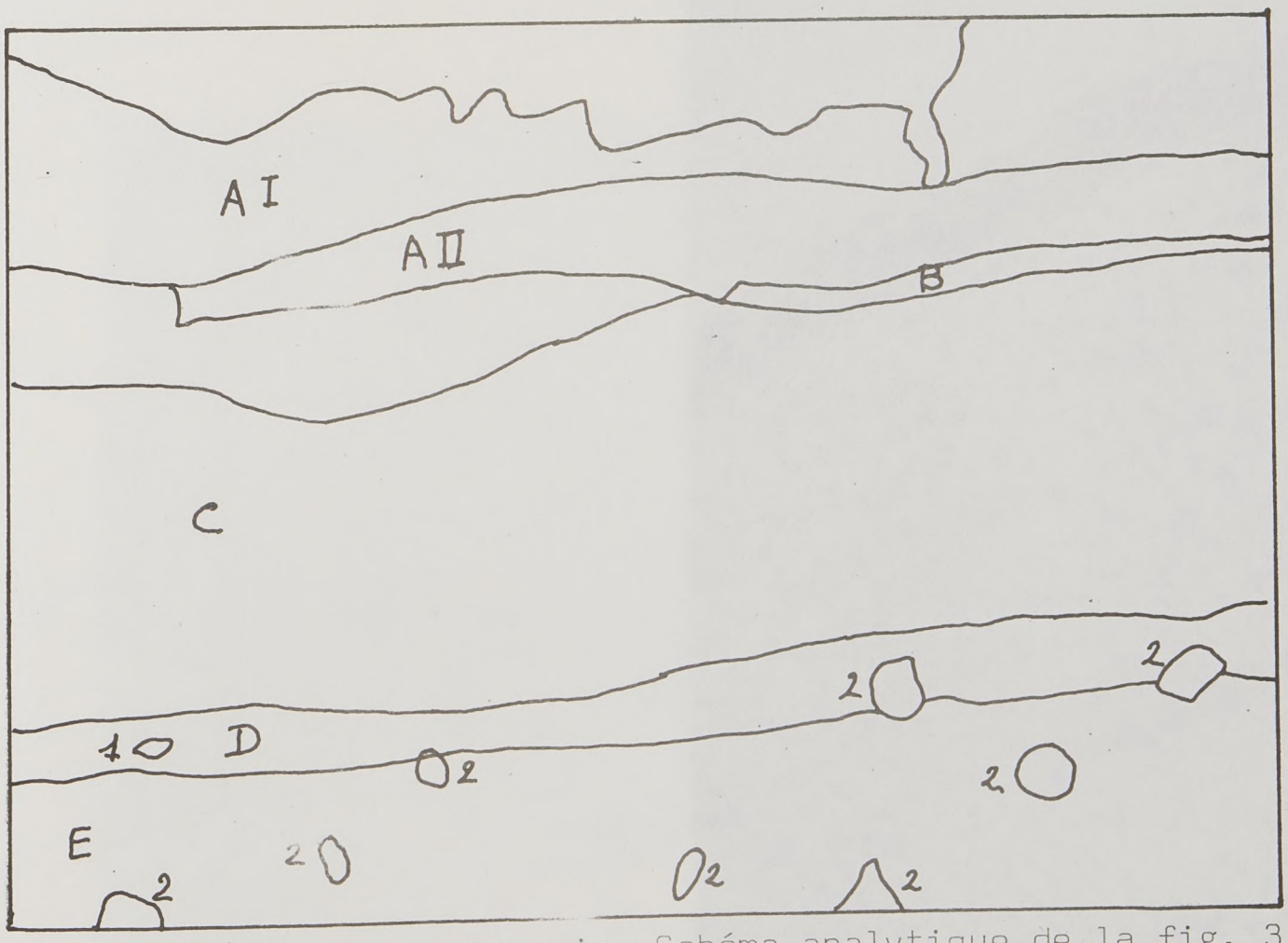


Fig. 4 - Dioscorea cayenensis. Schéma analytique de la fig. 3. AI liège primaire ; AII : liège secondaire ; B : cambiu C : parenchyme cortical ; D : zone procambiale corticale profonde ; E : parenchyme amylifère central ; 1 : massif cellulaire 2 : faisceau libéro-ligneux.

VII
VI

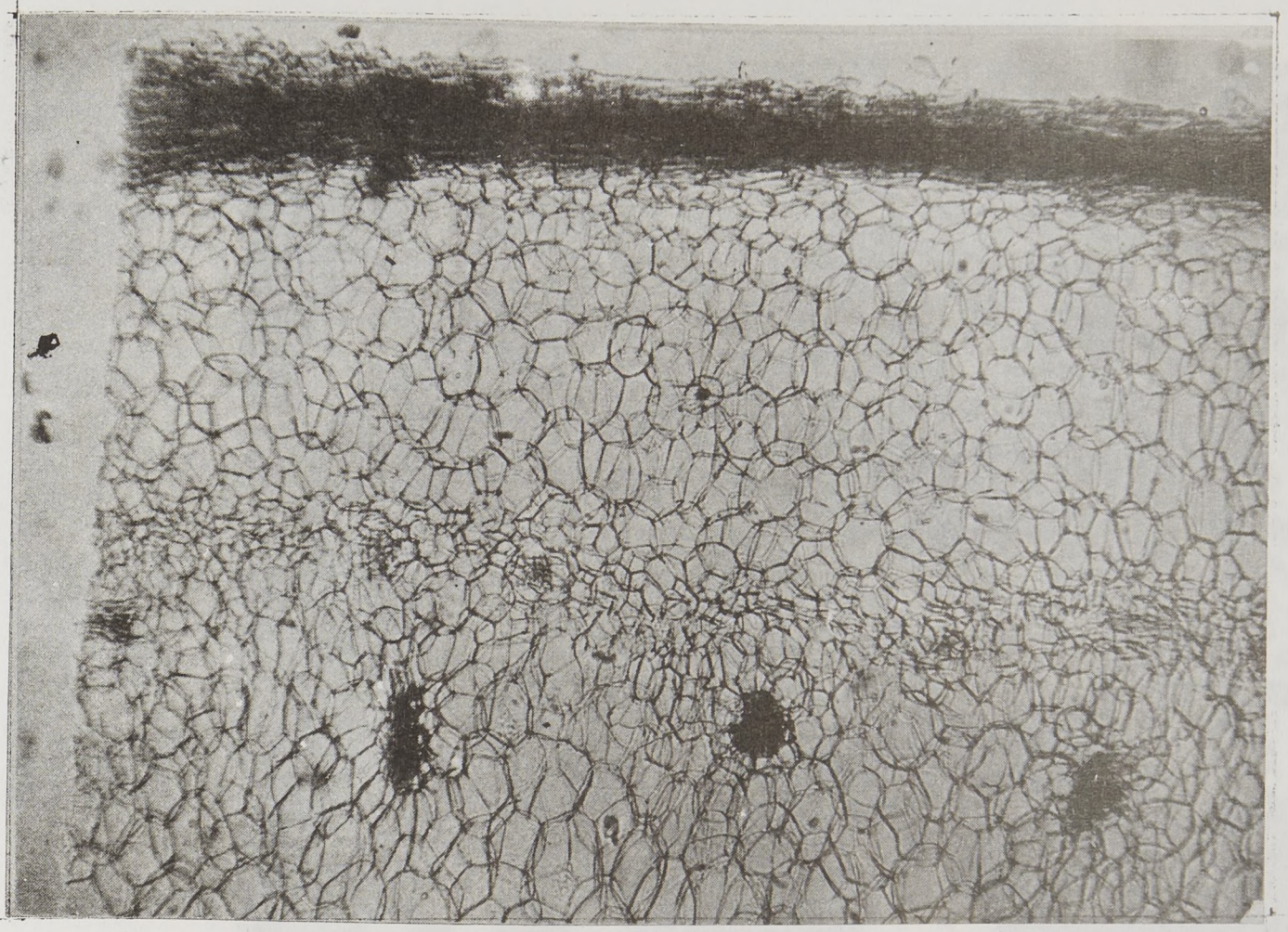


Fig. 5 - Dioscorea esculenta. Section transversale

Fig. 6 - Dioscorea esculenta. Section longitudinale

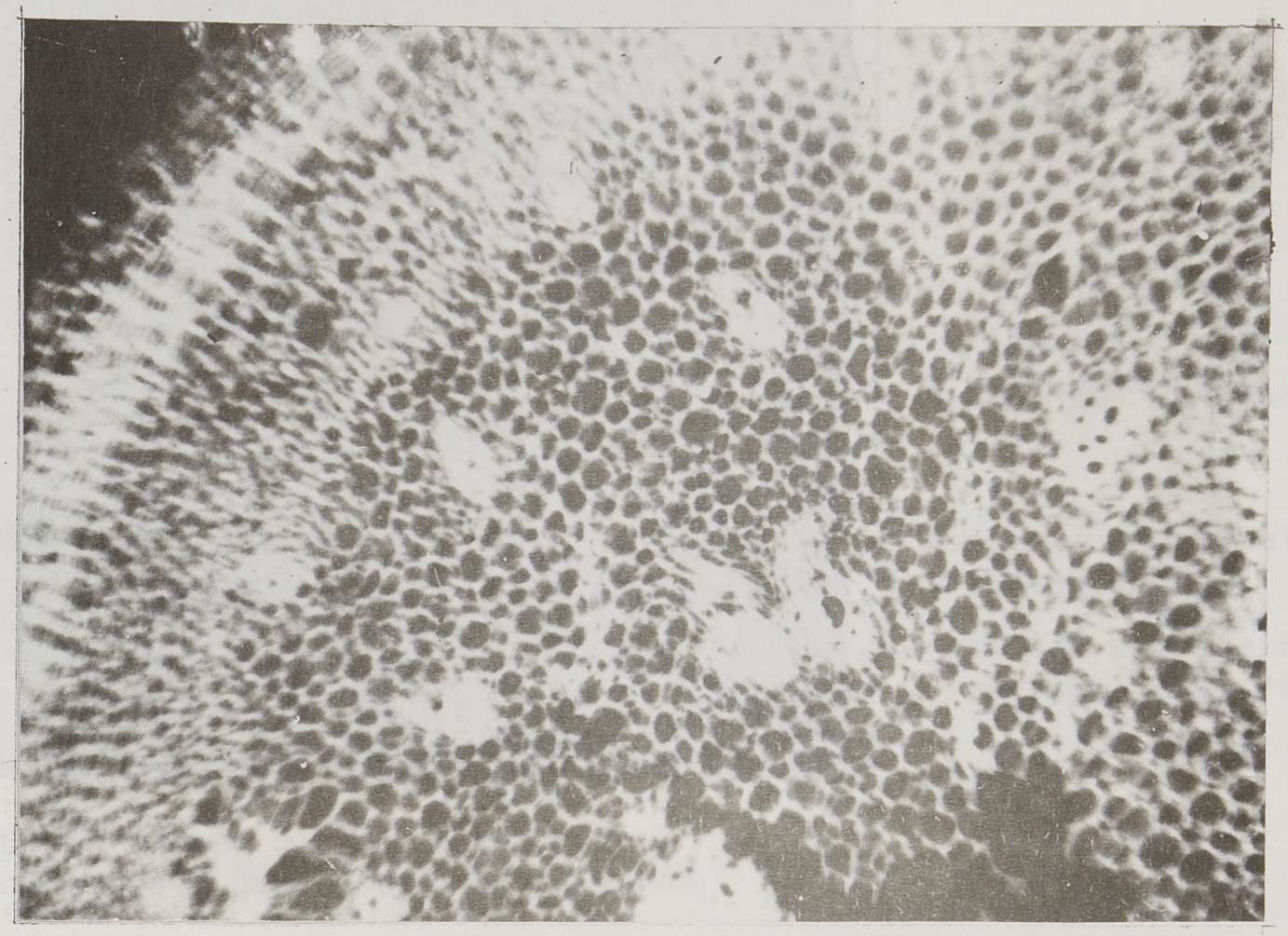


Fig. 7 - Dioscorea trifida. Section transversale ; Vue d'ensemble d'un secteur du tubercule.

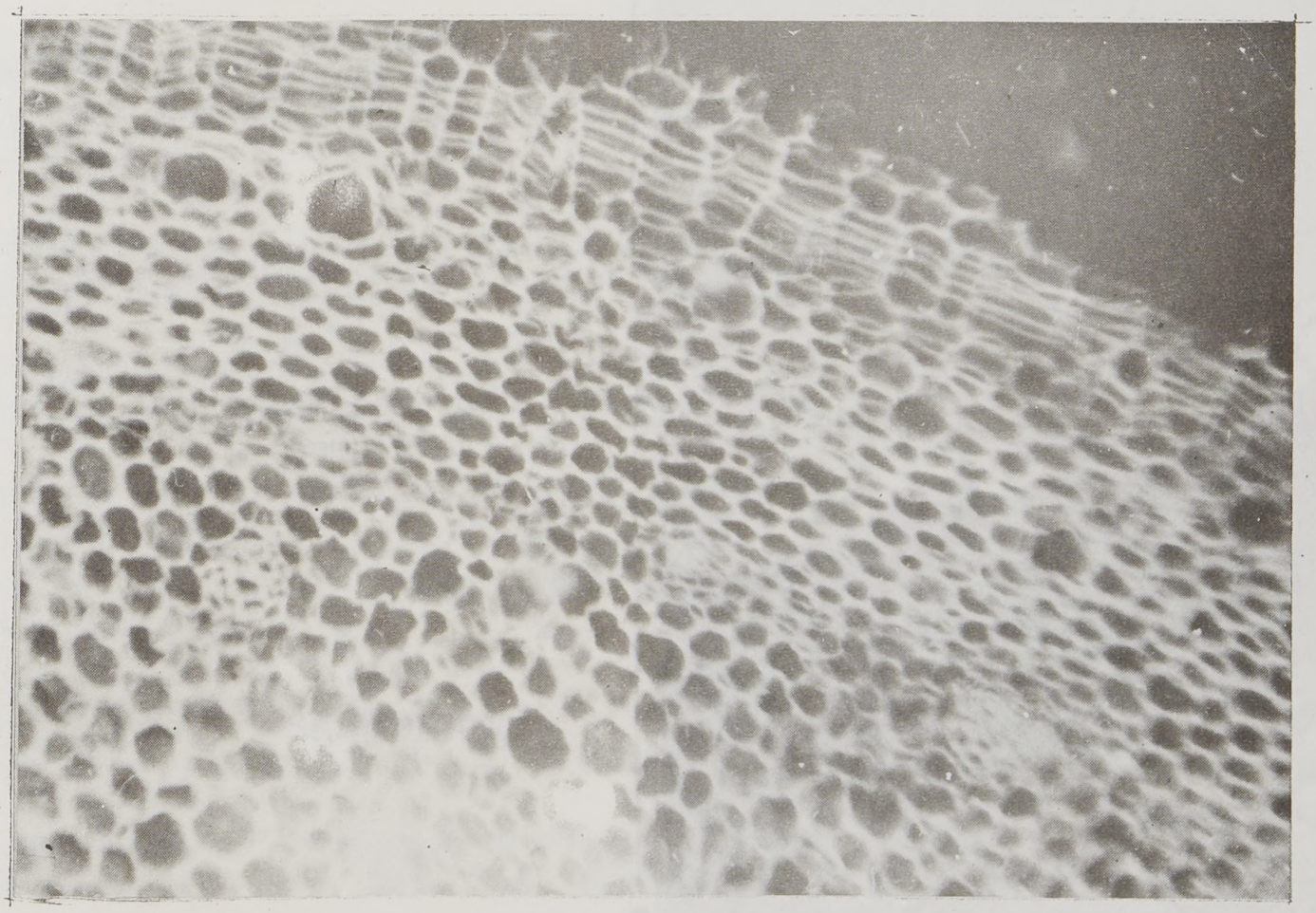


Fig. 8 - Dioscorea trifida. Section transversale. Vue détaillée des zones périphériques du tubercule.

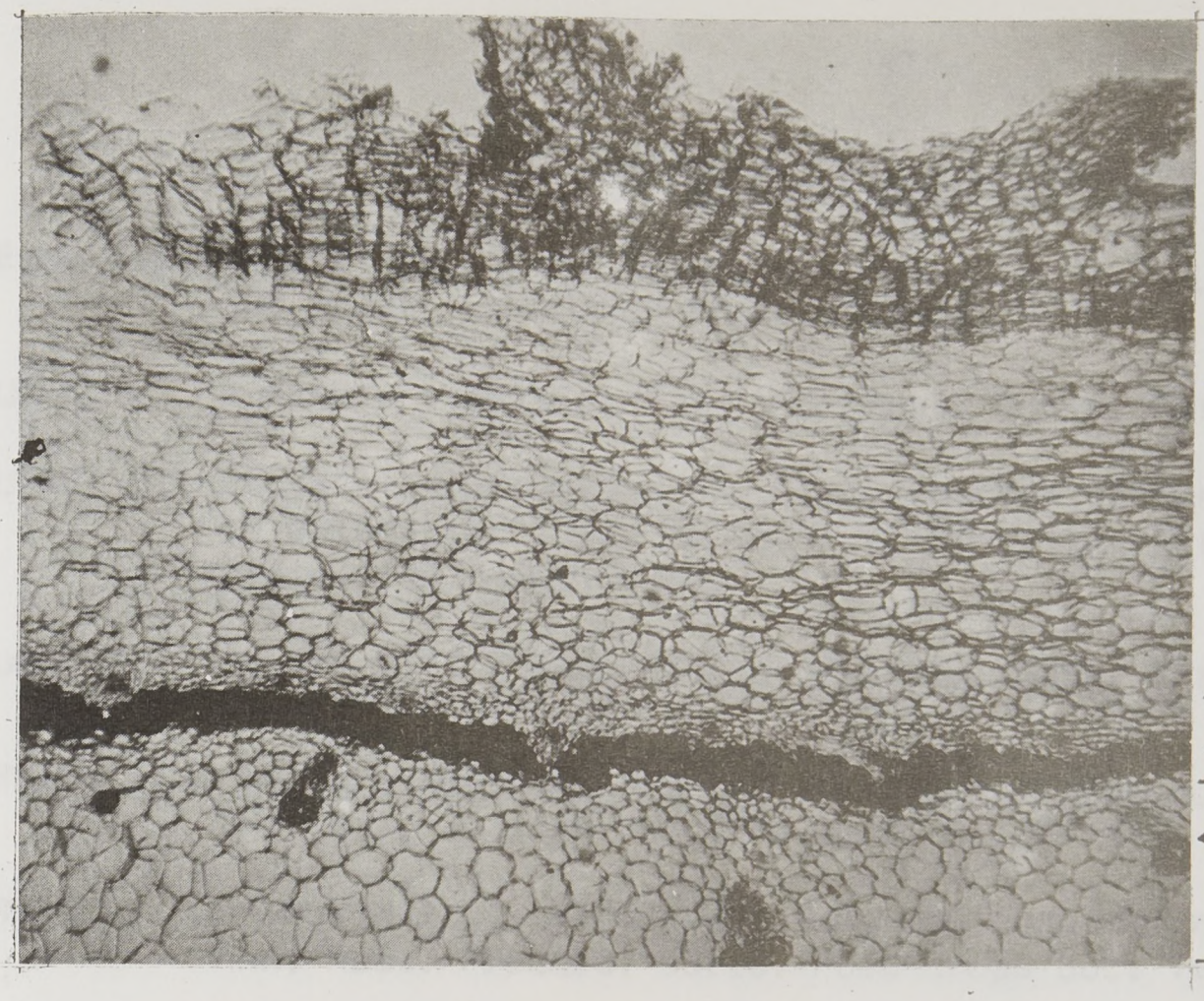


Fig. 9 - Dioscorea alata. Section transversale d'un tubercule. Vue générale des zones périphériques

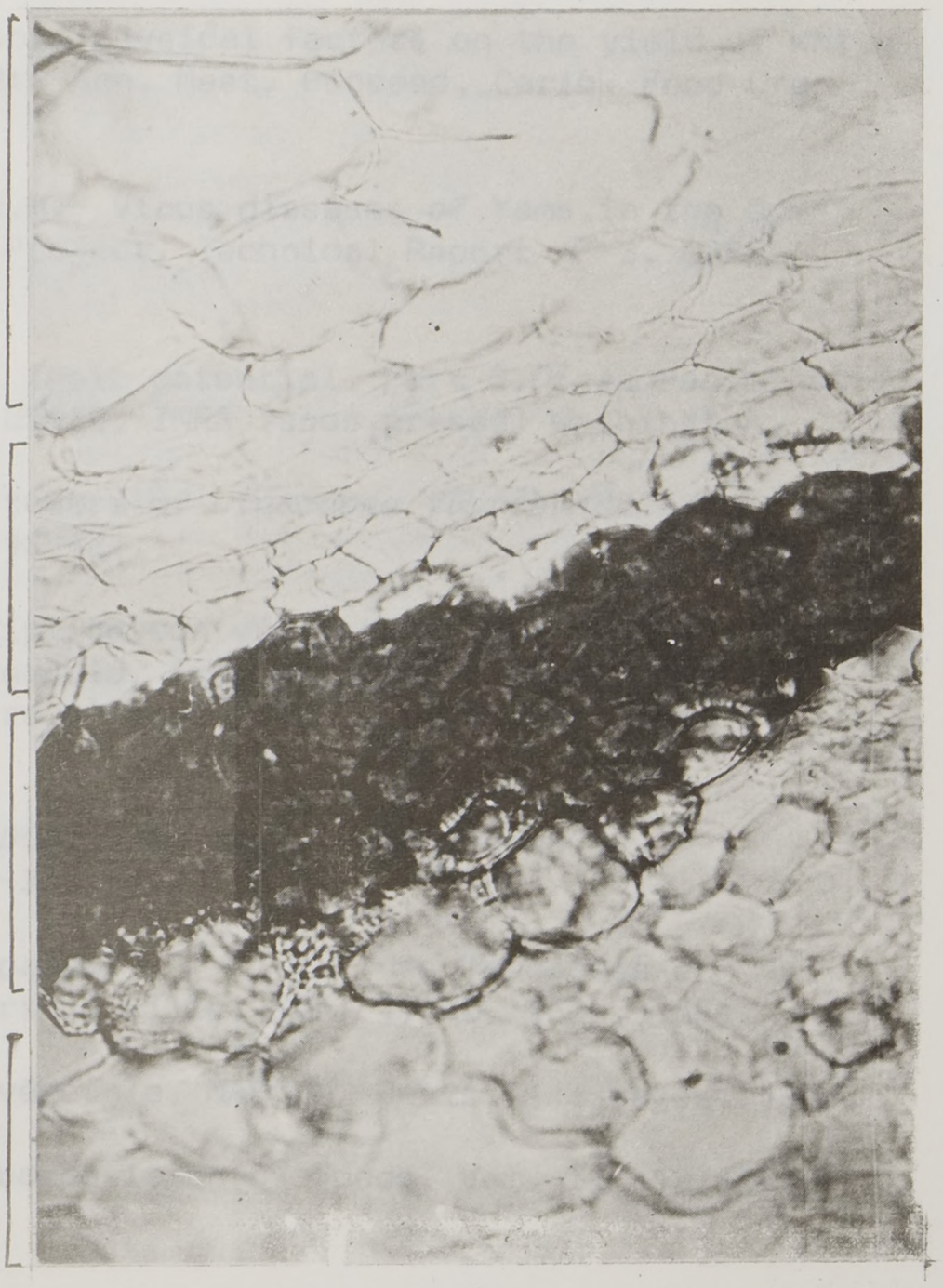


Fig. 10 - Dioscorea alata. Section transversale. Vue détaillée de la région à sclérenchyme

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AYENSU E.S. in Anatomy of the Monocotyledons (C.R. METCALFE ed.), VI Dioscoreales, 182 pages, CLarendon Press, Oxford. 1972.

BOUREAU E. Anatomie végétale, T.I, 330 pages, P.U.F, Paris. 1954.

BOURRET D. Etude ethnobotanique des Dioscoreacées alimentaires. Ignames de Nouvelle Calédonie. Thèse de Doctorat 3è cycle. Spécialité : Biologie Végétale. Paris. 135 pages. 1973.

BRUNET P. BRUNEL J.P. - Physiologie végétale, Doin, Paris. Tome III (p. 796-1156). 1968.

BURKILL I.H. The organography and the evolution of Dioscoreaceae, the family of the Yams. J. linn. Soc. Bot., 5, 6, 319-412. 1960.

DEGRAS L. MATHURIN P., - SUARD C., 1975. New results in Yam multiplication, 13th Ann. Meet. Proceed. Carib. Food Crops Soc. Trinidad.

DEGRAS L. ARNOLIN R., SUARD C., POITOUT R.- New information about *Dioscorea trifida* Cush-cush yam selection. 9th Ann. Meet. Proceed. Carib. Food Crop Soc. Guyana. 1971.

DEGRAS L., ARNOLIN R., POITOUT R.- Principal yams introduced and grown in the French West Indies. 10th Ann. Meet. Proceed. Carib. Food Crops Soc. Puerto-Rico 1972.

F.A., FERGUSON R.- The effect of some soil physical factors on the yield of White Lisbon yam *Dioscorea alata L.)* 13th Ann. Meet. Proceed. Carib. Food Crop Soc. Trinidad. 1975.

MANTELL S.H. MOHAMED N;, HAQUE S.Q., PHELPS R.H.- Virus diseases of Yams in the Commonwealth Caribean, ODM Yam Virus Project, Technical Report n° 3, CARDI UWI, Trinidad. 1977.

MARTIN F.W., DEGRAS L.,- In Tropical Yams ans their potential. Part 6.*Dioscorea* minor species., Agric. Handbook, USDA, USAID, INRA (sous presse) Washington.

MARTIN F.W., ORTIZ S.- Origin and anatomy of tubers of *Dioscorea floribunda* and *spiculiflora*. Bot. Gaz. 124, 6, 416-421.

MATHURIN P.,- Données pour l'étude de la multiplication végétative de l'Igname (*Dioscorea* sp.p). Anatomie du tubercule, fragmentation et essai d'activation de la germination. Mémoire d'Etude I.T.A., Dijon. Archives INRA Guadeloupe 1977.

ONWUEME I.C. - The sprouting process in Yam *(Dioscorea spp)* tuber pieces. J. Agric. Sci. Camb. (1973), 81, 375-379. 1973.

QUEVA C., - Recherches sur l'anatomie de l'appareil des Taccacées et des Dioscorées. Mém. Soc. Sci. Agric., Lille, Sér. 4, 20, 457p. 1894.

WATTIEZ N., STERNON F., - Eléments de chimie végétale, MASSON, Paris, 844 pages. 1942.

WINTON A.L., WINTON K.B. - The structure and composition of foods. Vol. II, 137-141 WILEY, London. 1935.

R E S U M E

L'anatomie du tubercule de l'Igname a été insuffisamment étudiée malgré le rôle de celui-ci dans la pérénnité et la valeur économique du clone. Une étude sommaire de *D. alata, D. trifida, D. cayenensis, D. esculenta* et *D. transversa* met en évidence des caractères éclairant la biologie des espèces. Chez *D. alata* une zone sclérenchymateuse très spécifique est interprétée comme un tissu de transfusion. Chez toutes les espèces des massifs cellulaires du parenchyme cortical profond constituent les pôles organisateurs de la germination des fragments de tubercule.

S U M M A R Y

Data on the anatomy of the tuber of some food Yams
(Dioscorea sp. p)

In spite of the part played by the Yam tuber in the clone perennity and economical value, its anatomy remains insufficiently studied. A simple study of *D. alata D. trifida, D. cayenensis, D. esculenta* and *D. transversa* sets up characters which enlight the species biology. In *D. alata,* a very specific sclerenchymatous zone is interpreted as a transfusion tissue. In all the species, cellular blocks, within the inner cortical parenchyma, make up the organizing pole of the tuber part sets germination.

R E S U M E N

DATOS SOBRE LA ANATOMIÁ DEL TUBÉRCULO DE
ALGUNOS ÑAMES ALIMENTICIOS *(DIOSCOREA* SPP.)

A pesar del papel desarollado por el tubérculo del ñame, su anatomía queda insuficientemente estudiada. Un estudio sumario de *D. alata, D. trifida, D. esculenta* y *D. transversa* evidencia caracteres ilustrando la biologia de los especies. En *D. alata,* una zona esclerenquimatosa muy especifica es interpetada como un tejido de transfucion. En todos los especies, macizos celulares del parenquima interior constituyen los polos organizadores de la germinación de los fragmentos de tuberculo.

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 49-51, 1978.

PRESENCE DU NEMATODE DE L'IGNAME *(SCUTELLONEMA BRADYS)* DANS LES TUBERCULES DE *DIOSCOREA TRIFIDA* EN REPUBLIQUE DOMINICAINE

A. BELLIARD (°) - A. KERMARREC (°°)

I - INTRODUCTION

La culture des tubercules conserve aux Antilles une importance traditionnelle Elle est actuellement en voie de rationalisation grâce aux recherches des généticiens, agronomes et phytopathologistes. L'igname y a une place de choix et certaines de ces variétés sont très recherchées par la cuisine créole.

Toutefois, la culture de ce tubercule pose un certain nombre de problèmes phytosanitaires. Parmi les maladies et parasites des *Dioscorea*, les nématodes ont une place de choix, à la fois actuelle et potentielle.

II - LE "NEMATODE DE L'IGNAME" ET SA REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Le principal endoparasite migrateur qui s'attaque de préférence aux tubercules en leur donnant un aspect crevassé et liégeux, épargne encole les Antilles Françaises. Il s'agit d'un *Tylenchida* de la famille des *Hoplolaimidae* nommé *Scutellonema bradys*. Il a été trouvé dans presque toute la zone africaine de production d'ignames sur de nombreuses espèces et variétés cultivées (de GUIRAN, 1971). Des pertes de rendement de 30 pour 100 ont été enregistrées. Les couches externes des tubercules sont très atteintes et une pourrirute brune à noirâtre s'installe. Les dégâts évoluent au cours du stockage car ce nématode continue à vivre et à se reproduire dans les tubercules. Une pourriture fusarienne sèche accompagne l'infection et les tubercules - semences atteints sont à l'origine de nouvelles infestations de sols. Le peu de spécificité de parasite le rend très dangereux, parce qu'il peut survivre sur un bon nombre de plantes-hôtes (KERMARREC, 1973) en attendant la culture d'ignames suivante.

La répartition américaine de ce nématode est, dans l'état actuel de nos connaissances la suivante.

(°) Faculté d'Agronomie, Université Autonome de Saint Domingue

(°°) Station de Zoologie et lutte Biologique, INRA des Antilles-Guyane.- Domaine de Duclos 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe).

Tableau 1 : Répartition américaine de S. bradys et hôtes

Hôte	Pays	Auteur
Dioscorea esculenta	Guatemala	SHER, 1963
	Jamaïque	STEINER & le HEW, 1933
	Porto - Rico	SHER, 1963
Dioscorea spp.	Cuba	DECKER & al, 1967
	Brésil	LORDELLO, 1959
	Etats - Unis	STEINER & BUHRER, 1934 a
Quercus sp.	Floride	SHER, 1963
Rhododendron sp.	"	" "
Ricinus communis	"	" "

III - MISE EN EVIDENCE DE S. BRADYS A SAINT DOMINGUE

La mise en évidence par les auteurs en Février 1978 de cas graves d'infestations de tubercules d'ignames *(Dioscorea trifida)* dans la République Dominicaine montre que la totalité des Grandes Antilles (Cuba, Jamaïque, Saint Domingue et Porto-Rico) possède ce parasite.

Des échantillonnages de tubercules d'ignames ont été effectués chez les maraîchers autour de la capitale de Saint- Domingue. Les analyses se sont révélées immédiatement positives. Ces tubercules provenaient des cultures traditionnelles et associées du petit paysannat. Les dégâts observés sont ceux décrits par la littérature (Decker & al 1967).

IV - CONCLUSION PHYTOSANITAIRE :

Les petites Antilles et en particulier les îles françaises (Guadeloupe et Martinique) étant encore indemnes de ce parasite, il convient d'éviter toute importation des Grandes Antilles et de surveiller l'origine et l'état sanitaire des arrivages de toute région tropicale.

BIBLIOGRAPHIE

DECKER H., GARCIA R.C. & BOSCH., Observaciones sobre la presencia del nematodo *Scutellonema bradys* en el tuberculo del name, en la provincia de Oriente (Cuba). Bol. Ciencas y technologia 3 ; 67-76.

GUIRAN (de) - Le problème Méloidogyne et autres nématodes sur cultures vivrières, tabac, caféier, riz, in "Les nématodes de cultures" ACTA - 447-474.

KERMARREC A. & ANAIS A - Présence en Guadeloupe de *Aphelenchoides besseyi* Christie 1942 (Nematoda, Aphelenchoidea) dans le feuillage de l'igname cousse-couche : *Dioscorea trifida* L. Congrès de l'O.T.A.N Vénézuela 1973 (en espagnol).

LORDELLO L.G.E. - A nematosis of yam in Pernambuco, Brazil, caused by a new species of the genus *Scutellonema*. Rev. Brasileria Biol. (Rio Janeiro) 19 (1) 35-41, 1959.

SHER Revision of the Hoplolaiminae (Nelatida) III *Scutellonema Andrassy* 1958 - Nematologica 9, 421-443. 1963.

STEINER G. & BUHRER E.M., Observations of interest on nematode diseases of plants. Pl. dis. Reptr. 18 (7), 100.

STEINER G. & LE HEW R.R. *Eoplopaimus bradys* M sp (Tylenchidae, nématode) the cause of a disease of yam. Zool. Anz. 101 : 260-264.

N

Nouv. agron. Antilles-Guyane, 4, 1, 53-62, 1978.

CONCENTRATION DE L'EAU DE MER EN OLIGOELEMENTS METALLIQUES DANS LA ZONE TROPICALE NORD-ATLANTIQUE OUEST

(ESSAI BIBLIOGRAPHIQUE)

J. MARTINET(°)

Les problèmes posés par la détermination de ces éléments sont nombreux.

Les difficultés de principe sont les plus importantes.

Elles proviennent de ce que les concentrations à déterminer sont très faibles et en général inférieures aux seuils de détection de la plupart des techniques de dosage actuelles : spectrométrie d'absorption atomique, polarographie, fluorescence X...

Les performances annoncées par les constructeurs de différents appareils sembleraient parfois convenir, mais elles ne sont atteintes que dans le cas de mesures en milieux simples.

Une fois la technique instrumentale choisie (en fonction de ses qualités propres et des moyens financiers disponibles), son application implique un certain nombre d'opérations chimiques ou physicochimiques préparatives. Celles-ci visent à augmenter la concentration de l'élément M à doser et, généralement, à simplifier le milieu d'analyse.

La mise au point de cette phase préparative est d'autant plus difficile qu'elle suppose une connaissance exacte du milieu d'origine. En particulier, il faut savoir sous quelles formes se trouve l'élément à doser.

D'autre part, on a intérêt à réduire le plus possible le nombre des opérations que nécessite cettre préparation afin de limiter les risques qui apparaissent lors des prélèvements et des traitements de l'échantillon.

Quand ce sont les formes particulaires de M, susceptibles d'être fixées par le plancton, et non plus ses formes dissoutes qu'il faut analyser, le problème se complique un peu plus. En effet, il faut pouvoir éliminer le plancton et ainsi ne pas doser M qui lui est incorporé.

Le premier tableau donne les indications de quelques auteurs pour les teneurs des élements-traces dans l'eau de mer en général.

Les tableaux suivants (tableau 2) se refèrent à la zone tropicale nord-atlantique ouest. Les résultats sont classés par ordre chronologique.

Il est à remarquer que les teneurs en oligo-élements notées par les différents chercheurs sont à un même endroit et pour un même métal de plus en plus faibles au fur et à mesure des perfectionnements des techniques. De nombreux résultats antérieurs doivent être éliminés, mais petit à petit ces valeurs erronées permettent de dégager les diverses précautions nécessaires ainsi que les méthodes les plus sûres.

(°) UER Sciences Exactes et Naturelles, C.U.A.G.,B.P. 592
97167 Pointe à Pitre (Guadeloupe)

Tableau 1 - Eléments-traces dans l'eau de mer en général, en µg/l sauf indication contraire
Abréviations : voir tableau 2 Fin

Al	Cr	Mn	Fe	Co
PINTA (1971)	0,5 - 1,5	20	20	0,1
RILEY et CHESTER (1971) en µg/kg 5[x]	0,6[x]	2[x]	3[x]	0,08[x]
CHESTER et STONER (1974) surface-*partie dissoute* c - 5		1- (0,37) 0,12 - 1,2 L- (0,22) 0,07 - 0,36	(1,2) 0,2 - 4,8 (1,4) 0,4 - 4,1	
BREWER et SPENCER (1975) 1,9	0,3	0,03	1,7	0,05

Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
PINTA (1971)	1 - 10	5 - 10		4
RILEY et CHESTER (1971) 2	3[x]	5	0,05	0,05[x]
CHESTER et STONER (1974) 1- (1,8) 0,5 - 5,2 L- (1,2) 0,3 - 3,4	(0,9) 0,3 - 3,8 0,8 0,1 - 3,9	(2,4) 0,6 - 12,6 (1,4) 0,4 - 3,0	(0,09) 0,04 - 0,30 (0,07) 0,02 - 0,18	
BREWER et SPENCER (1975) 1,8	0,5	5,2	0,1	0,02

Tableau 2 - Eléments-traces en µg/l, sauf indication contraire - Mer des Sargasses, S.E. des U.S.A. Golfe du Mexique - Mer Caraïbe.

Mn	Fe	Cu	Zn
RONA et al (1962) b - d - 2 - 3 Golfe du Mexique *total* l - 6,2 L - 0,4 - 5,0 *ionique* l - 4,5 L = 0,2 - 3,9	MENZEL et SPAETH (1962) a - 1 Mer des Sargasses *particulaire* surface 0,7 - 4,8 (2,4) 1000 m 0,2 - 4,0 (1,4) *dissous* surface 0,3 - 6,3 (2,4) 1000 m 0,1 - 3,8 (1,4)	RILEY (1937) b - 1 Golfe du Mexique-surface 1,02 - 15,25 KALLE et WATTENBERG 1938 1 Mer des Sargasses surface 3 - 12 profondeur 10 - 30 GALTSOFF (1943) b - 1 Bahamas 1,02 - 8,26	RONA et al (1962) b - d - 2 - 3 Golfe du Mexique *total* l - 33,0 L - 5,6 - 18,7 *ionique* l - 1,8 L - 2,6 - 6,4

Tableau 2 - Suite (2)

Fe	Co	Ni	Cu	Pb
CORCORAN et ALEXANDER (1964) a - 1 et b - 1 Détroit de Floride *particulaire* surf. 6 - 9 à 400 m 6 *dissous* surf. 2 - 4 à 400 m 6 *i onique* 1		*particulaire* surf. et 700 m 0,1 - 0,3 100, 300, 550 m 1,1 - 1,5 *dissous* surf. et 700 m 0,8 - 1 300 et 550 m 1,2 - 4	*particulaire* 0,5 *dissous* surf. et 700 m 10 à 150 m 20 *i onique* 1 - 1,6	CHOW et PATTERSON 1966 4 Bermudes 1 - port 0,42 ug/kg lagon 0,14 1 - surface 0,07 800 m et + 0,03 - 0,04
	SCHUTZ et TUREKIAN An (1965) 2 Mer Caraïbe 0,078 G. Mexique 0,840		ALEXANDER et CORCORAN (1967) b - 1 Détroit de Floride *particulaire* 0,5 sauf surf.) janvier 63 0,1 - 0,2 mars 63 *dissous* max. en surface janvier 63 max. au littoral 4 - 13 1 - 5 L - 5 *i onique* 2	

Tableau 2 - Suite (2)

Al	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
ATKINSON et STEFANSSON (1969) a - 1 Côte S-E des U.S.A., proche de cap Kennedy - surface *particulaires* 2,0 - 12,1	0,6 - 1,0	ROBERTSON (1970) 2 N-O Atlantique Tropical ; surface 0,004- 0,080 (0,029) D. de Floride 0,014 M. des Sargasses 0,011 - 0,022 M. Caraïbe 0,004 E de Martinique 0,008 E de Barbade 0,026		SLOWEY et al 1967) b - a - 2 G. Mexique *total* 1 - 1,19 L - (10 à 2500m) 0,32 - 0,88 (4,6 à exclure *orga. dissous* 1 - 0,10 L - 0,10 - 0,18 (0,45 à exclure	
SPENCER et BREWER (1969) b - 5 - 0) 200 m ; *dissous* en Golfe du Maine - Mer des Sargasses 0 - 0,8 (0,25) 0 - 0,5 (0,09)			Gulf Stream - 0,7 - 1,6	Mer des Sargasses 0,3 - 2,5	1,1 - 6,2

Mn	Cu	Zn
SLOWEY et HOOD (1971) a - b - 2 - 3	Golfe du Mexique - 10 à 3 400 m	
totaux		
1 - 0,18 - 19,0 (3,9)	0,4 - 4,9 (1,6)	2,1 - 10 (4,2)
L - 0,05 - 0,88 (0,31)	0,1 - 12,3 (1,3)	0,2 - 15 (3,5)
particulaires		
1 - 0,48 - 7,4 (2,3)	0,26 - 1,3 (0,71)	0,3 - 1,8 (1,1)
L - 0 - 0,20 (0,03)	0,11 - 0,93 (0,39)	0 - 2,2 (0,4)
dissous		
1 - 0 - 5,9 (1,5)	0,16 - 1,9 (0,73)	0,2 - 8,5 (2,5)
L - 0 - 0,92 (0,26)	0 - 8,0 (0,90)	0 - 16,5 (2,6)

Tableau 2 - Suite (3)

Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd
	WINDOM et SMITH (1972) c - 5		côte S-E des U.S.A.	surface - parties dissoutes	
	0,02 - 0,35	0,2 - 2,8		0,8 - 14	0,02 - 0,23
	au nord de 31° N				
	0,17	1,0		7,4	0,11
	au sud de 31° N				
	0,06	0,3		2,2	0,06
BREWER et al (1972)	2 - 5 - Mer des Sargasses - 0 à 5000 m		- parties *dissoutes*	en µg/kg	
1 - 20	0,007 - 0,051		0,4 - 7,9	1,03 - 6,55	
max à 760 et			max à 760 et	max à 960 et	
3 200 m			3 200 m	3 200 m	
Hg					
FITZGERALD et al (1974)		BRENDER et GAGNER (1976 b - 3 - 5 Mer des Sargasses - µg/kg			
nord des Bermudes		surface			
0,15		0,10	0,12		<0,010
		5480 m			
WINDOM et al (1975) a - 5					
côte S.E des U.S.A.					
36 - 102 (57)					
ng/l		0,20	0,15		0,025
Al	ALBERTS et al (1976) c - 5 et 6 de Nassau à Porto Rico - 300 à 1 200 m				
	max au littoral				
0,3 - 4,26	0,05 - 1,04	0,42 - 5,02	0,67 - 1,78	3,2 - 13,3	0,12 - 1,2

Tableau 2 - FIN

Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Cd	Hg	Pb
MARTINET (1977)		b - 5 - Martinique littoral atlantique ; *dissous*					
0,5	4,5	0,3	1,9	3,5	0,7	< 0,2	1,5

Abréviations des tableaux

x	variations importantes possibles
( )	valeur moyenne
l	littoral
L	large
a	traitement chimique (oxydation, hautes températures)
b	extraction de complexes par solvant
c	concentration sur résine
d	coprécipitation
1	spectrophotométrie
2	analyse par activation neutronique (N A A)
3	standardisation par dilution d'un isotope stable (S I D)
4	dilution isotopique (I D)
5	spectrométrie d'absorption atomique (A A S)
6	fluorescence X (R X)

BIBLIOGRAPHIE

ALBERTS (J.J.), LEYDEN (D.E.), PATTERSON (T.A.).- Distribution of total Al, Cd, Co, Cu, Ni and Zn in the Tongue of the Ocean and the nortwestern Atlantic Ocean. Mar. Chem., 4, 51-56, 1976.

ALEXANDER (J.E.), CORCORAN (E.F.).- The distribution of copper in tropical sea water. Limnol. Oceangr., 22, 236-242, 1967.

ATKINSON (L.P.), STEFANSSON (U.). - Particulate aluminium and iron in sea water off the southeastern coast of United States.- Geochim. Cosmochin. Acta, 33, 1449-1453, 1969.

BENDER (M.L.), GAGNER (C.).- Dissolved copper, nickel and cadmium in the Sargasso Sea. J. Mar. Res., 34, (3), 327-339, 1976.

BREWER (P.G.), SPENCER (D.W.), ROBERTSON (D.E.). - Trace element profiles from the Goesecs- II Test Station in the Sargasso Sea.- Earth and Planet. Sci. Lett., 16, 11-116, 1972.

BREWER (P.G.), SPENCER (D.W.).- Minor elements models in coastel waters.- A.C.S. Symposium series - Marine chemistry in the coastal environment, 18, 80-96, 1975.

CHESTER (R.), STONER (J.H.).- The distribution of zinc, nickel, manganese, cadmium, copper and iron in some surface waters from the world oceans.- Mar. chem., 2, 17-32, 1974.

CHOW (T.J.), PATTERSON (C.C.). - Concentrations profiles of barium and lead in Atlantic waters off Bermuda.- Earth Planet. Sci. Lett., 1, (6) 397-400, 1966.

CORCORAN (E.F.), ALEXANDER (J.E.). - The distribution of certain trace elements in tropical sea water and their biological significance.- Bull. Mar. Sci. Gulf & Carib., 14, (4), 594-602, 1964.

EATON (A.). - Marine geochemistry of cadmium.- Ph. D. Thesis, Haward University, 1-243, 1974.

FITZGERALD (R.A.), CORDON (D.C.Jr.), CRANSTON (R.E.).- Total mercury in sea water in the northwest Ocean.- Deep-Sea. Res., 213, 139-144, 1974.

GALISOFF (P.S.).- Copper content of sea water.- Ecology, 24, 263-265, 1943.

KALLE (K.), WATTENBERG (H.).- Uber den kupfergehalt des ozeanwassers.- Naturwissenschaften, 26 (28), 630-631, 1938.

MARTINET (J.).- Etude de quelques paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux atlantiques de la Martinique.- Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux I, 1977.

MENZEL (D.W.), SPAETH (J.P.).- Occurence of iron in the Sargasso Sea off Bermuda. Limnol. Oceanogr. 7, 155-158, 1962.

PINTA (M.).- Spectrométrie d'absorption atomique. Application à l'analyse chimique. Paris, MASSON et Cie Edit., Tome 2, 287-739, 1971.

RILEY (G.A.).- The significance of the Mississipi River drainage for biological conditions in the northern Gulf of Mexico.- J. Mar. Res., 1, (1), 60-74, 1937.

RILEY (J.P.), CHESTER (R.).- Introduction to marine chemistry.- London and New York, Academix Press, 1971.

ROBERTSON (D.E.).- The distribution of cobalt in oceanic waters.- Geochim. Cosmochim. Acta 34, 553-567, 1970.

RONA (E.), HOOK (D.W.), MUSE (L.), BUGLIO (B.).- Activation analysis of manganese and zinc in sea water.- Limnol. Oceanogr., 7, (2), 201-206, 1962.

SCHUTZ (D.F.), TUREKIAN (K.K.).- Geographical and vertical distribution of several trace elements in sea water using neutron activation analysis.- Geochim. Cosmochim. Acta, 29, 259-313, 1965.

SLOWEY (J.F.), JEFFREY (L.M.), HOOD (D.W.).- Evidence for organic complexed copper in sea water.- Nature, 5086, 377-378, 1967.

SLOWEY (J.F.), HOOD (D.W.).- Copper, manganese and zinc concentrations in Gulf of Mexico waters.- Geochim. Cosmochim. Acta, 35, 121-138, 1971.

SPENCER (D.W.), BREWER (P.G.).- The distribution of copper, zinc and nickel in sea water of the Gulf of Maine and the Sargasso Sea.- Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 325-330, 1968.

WINDON (H.L.), SMITH (R.G.).- Distribution of cadmium, colbat, nickel and zinc in southeastern United continental shelf waters.- Deep-Sea Res., 19, 727-730, 1972.

WINDON (H.L.), TAYLOR (F.E.), WATTERS (E.M.).- Possible influence of atmospheric transport on the total mercury content of souhteastern Atlantic continental shelf surface waters. Deep-Sea, 22, 629-633, 1975.

RESUME

Les problèmes de principes posés par la détermination des oligo-éléments sont rappelés.

Les résultats des différents auteurs sont classés chronologiquement.

SUMMARY

METALLIC TRACE ELEMENTS CONCENTRATION OF SEA WATER IN
THE TROPICAL ZONE OF THE WESTERN NORTH ATLANTIC OCEAN
BIBLIOGRAPHICAL RESEARCH

The principles problems related with the determination of trace elements are recalled.

The results given by the various authors are chronogically filed.

RESUMEN

CONCENTRACIONES DEL AGUA DE MAR EN OLIGO-ELEMENTOS METALICOS
EN LA ZONA TROPICAL DE LA PARTE OCCIDENTAL DEL NORTE
DEL OCEANO ATLÁNTICO. ESTUDIO BIBLIOGRÁPHICO

Las problemas de principios relacionadas con la determinación de los oligo-elementos son recordados.

Los resultados de los varios autores son clasificados cronológicamente.